



Esta obra está bajo una [Licencia  
Creative Commons Atribución-  
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**Agroindustrialización del arroz (*Oryza Sativa* L.) en la Empresa**

**Agroindustrias San Hilarión S.A.C**

**Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Agroindustrial**

**AUTOR:**

**Corina Doylith Fasabi Mozombite**

**ASESOR:**

**Ing. M. Sc. Epifanio Efraín Martínez Mena**

**Tarapoto – Perú**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**




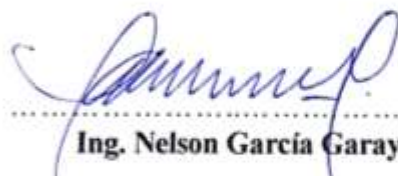
**Agroindustrialización del arroz (*Oryza Sativa* L.) en la Empresa  
Agroindustrias San Hilarión S.A.C**

**AUTOR:**

**Corina Doylith Fasabi Mozombite**

**Sustentado y aprobado el 30 de diciembre del 2019, por los siguientes jurados:**

  
.....  
**Ing. Dr. Mario Pezo Gonzáles**  
**Presidente**

  
.....  
**Ing. Nelson García Garay**  
**Secretario**

  
.....  
**Ing. M. Sc. Enrique Navarro Ramírez**  
**Vocal**

  
.....  
**Ing. M. Sc. Epifanio Efraín Martínez Mena**  
**Asesor**

## **Declaratoria de autenticidad**


**Corina Doylith Fasabi Mozombite**, con DNI N° 47366408, egresada de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, autor del Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: **Agroindustrialización del arroz (*Oryza Sativa* L.) en la Empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C.**

Declaro bajo juramento que:

1. El Trabajo de Suficiencia Profesional presentado es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene el Trabajo de Suficiencia Profesional no ha sido autoplagiado.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 30 de diciembre del 2019.

  
.....  
**Bach. Corina Doylith Fasabi Mozombite**  
DNI N° 47366408





**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres: <i>Facdi Mozombite Corina Daylith</i>	
Código de alumno : <i>092508</i>	Teléfono:
Correo electrónico : <i>Corinita20187@gmail.com.</i>	DNI: <i>47366408</i>

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de: <i>Ingeniería Agroindustrial</i>
Escuela Profesional de: <i>Ingeniería Agroindustrial</i>

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	( )	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	(X)		

**4. Datos del Trabajo de Investigación**

Título : <i>Agroindustrialización del amoz (Oryza Sativa L.) en la Empresa Agroindustrias San Filoimín SAC.</i>
Año de publicación: <i>2019</i>

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

  
Firma y huella del Autor


## 8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

11 / 09 / 2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T.  
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e  
Innovación de Acceso Abierto - UNSM-T.

  
Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea  
Responsable

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

Este trabajo de suficiencia profesional va para aquellas personas que siempre estuvieron apoyándome, en especial a mis padres Amelia Mozombite Mass y George Ysuiza por su apoyo incondicional en diversas circunstancias durante mi formación profesional.

**Corina Doylith**

## **Agradecimientos**

Agradezco infinitamente a la empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C dirigida por su Gerente General el Sr **Henri Flores Alarcón** por la oportunidad y apoyo brindado para desarrollarme en el ámbito laboral.

A mis padres **Amelia Mozombite Mass** y **George Isuiza Flores**, por brindarme su apoyo incondicional en todos los aspectos necesarios.

Al **Ing. M. Sc. Epifanio Efraín Martínez Mena** por su apoyo como asesor en la realización de este presente informe.



## Índice general

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
Introducción.....	1
 CAPITULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	 3
1.1. El arroz.....	3
1.1.1. Clasificación taxonómica del arroz.....	3
1.1.2. Características morfológicas del arroz.....	4
1.2. Ciclo vegetativo de la planta de arroz.....	5
1.3. Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de arroz.....	6
1.4. Producción de arroz mundial .....	7
1.5. Producción de arroz en el Perú .....	8
1.6. Principales regiones productoras .....	8
1.6.1. Zonas de producción en el departamento de San Martín.....	9
1.7. Clasificación del arroz .....	10
1.7.1. Determinación de clase y grado .....	10
1.8. Forma de consumo y consumidores potenciales.....	11
1.9. Empaque y presentación .....	12
1.9.1. Vida útil esperada.....	12
1.10. Composición nutricional del arroz.....	12
1.11. La calidad del grano.....	13
1.11.1. Indicadores de calidad del grano.....	14
1.11.2. Factores que influyen en la calidad del grano.....	14
1.12. Calidad molinera.....	14
1.12.1. Factores que afectan la calidad molinera .....	15
1.13. Muestreo en granos .....	17
1.13.1. Instrumentos.....	17
1.13.2. Formación y presentación de las muestras.....	18
1.14. Procesos de pilado de arroz.....	18

1.14.1. Pilado .....	18
1.15. Subproductos del molino .....	19
1.15.1. De desechos .....	19
1.15.2. Utilizables .....	19
 CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS.....	20
2.1. Lugar de ejecución.....	20
2.1.1. Aspectos generales de la empresa.....	20
2.2. Organización de la empresa .....	20
2.3. Tamaño de producción.....	21
2.4. Recepción de materia prima.....	22
2.5. Inspección .....	23
2.5.1. Procedimientos de inspección de calidad.....	23
2.5.2. Equipos para analizar arroz en cascara .....	24
2.6. Limpieza 1 .....	30
2.7. Almacenamiento de materia prima (arroz en cáscara húmedo).....	30
2.8. Secado .....	30
2.8.1. Secado natural.....	30
2.8.2. Secado artificial.....	31
2.8.3. Controles de calidad durante el proceso de secado.....	31
2.8.4. Tiempo de secado.....	31
2.8.5. Sistemas de descarga (descarga neumática).....	32
2.8.6. Fuente de calor .....	32
2.8.6.1. Quemador.....	32
2.9. Almacenamiento de materia prima (silos de reposo).....	33
2.10. Limpieza 2 .....	33
2.10.1. Descascarado.....	35
2.10.2. Separación/selección.....	35
2.10.3. Blanqueado/pulido .....	36
2.10.4. Zarandeo – clasificador de arroz roto vaivén modelo ZR.....	38
2.10.5. Clasificación (cilindros de alveolos).....	38
2.10.6. Selección final.....	39
2.10.7. Ensacado y/o envasado/ pesado y sellado.....	40

CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
3.1. Balance de materia.....	42
3.2. Recepción de arroz en cáscara .....	42
3.3. Análisis de proceso de secado.....	44
3.4. Análisis del proceso de maquila.....	45
3.5. Envasado según clase, grado y variedad.....	46
3.6. Análisis de la producción de arroz en el año 2017 y 2018 .....	48
CONCLUSIONES .....	57
RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS .....	62
Anexo 1: Tipos de marcas de presentación de arroz por la empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C .....	63
Anexo 2: Medidor de humedad.....	65
Anexo 3: Componentes del molinito de prueba Suzuki MT.....	65
Anexo 4: Balanza electrónica .....	65
Anexo 5: Pre limpia .....	66
Anexo 6: Controles durante el secado.....	66
Anexo 7: Descascadora superbrix.....	66
Anexo 8: Mesa paddy .....	66
Anexo 9: Pulidora vertical (piedra).....	67
Anexo 10: Pulidora horizontal (agua).....	67
Anexo 11: Polvillo .....	67
Anexo 12: Zaranda.....	67
Anexo 13: Cilindro de alveolos .....	67
Anexo 14: Alveolos .....	67
Anexo 15: Ficha de análisis arroz húmedo .....	68
Anexo 16: Ficha de análisis proceso de secado .....	68
Anexo 17: Ficha de análisis proceso de maquila .....	69

## Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1: Clasificación taxonómica del arroz .....	3
Tabla 2: Determinación de clase .....	10
Tabla 3: Determinación de grado.....	11
Tabla 4: Composición nutricional del arroz.....	13
Tabla 5: Clasificación de envases de acuerdo al grado y tipo de grano.....	41
Tabla 6: Porcentaje de envasado final por marca y tipo de grano .....	41
Tabla 7: Control en ingresos de arroz cáscara .....	43
Tabla 8: Control del proceso de secado .....	44
Tabla 9: Control del proceso de maquila .....	46
Tabla 10: Producción de arroz pilado en la empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C (2017).....	49
Tabla 11: Producción de arroz pilado en la empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C (2018).....	52
Tabla 12: Resumen final de arroz procesado durante los años 2017-2018.....	55

## Índice de figuras

	Pág.
Figura 1: Estructura del grano de arroz.....	4
Figura 2: Fases y etapas del crecimiento y desarrollo de la planta de arroz .....	6
Figura 3: Países productores de arroz en el mundo .....	7
Figura 4: Principales regiones productores de arroz cáscara .....	8
Figura 5: Rendimiento promedio de arroz cáscara por región.....	9
Figura 6: Zonas de producción en el departamento de San Martín.....	9
Figura 7: Flujograma de elaboración del proceso de arroz pilado.....	22
Figura 8: Selección del tipo de material a medir .....	25
Figura 9: Cargar la muestra en el aparato .....	25
Figura 10: Forma correcta e incorrecta de cargar la muestra.....	25
Figura 11: Obtención de medida.....	26
Figura 12: Cantidad incorrecta de muestra 1 .....	28
Figura 13: Cantidad incorrecta de muestra 2 .....	28
Figura 14: Cantidad correcta de muestra .....	28
Figura 15: Descripción de funciones en la pantalla .....	29
Figura 16: Nomenclatura del medidor de blancura mbz-2 .....	29
Figura 17: Secado natural en Agroindustrias San Hilarión S.A.C.....	30
Figura 18: Descarga neumática.....	32
Figura 19: Fuente de calor para secadoras industriales .....	33
Figura 20: Esquema de funcionamiento pre limpia Kepler Weber MI 60.....	20
Figura 21: Arroz integral.....	36
Figura 22: Arroz poco descascarado.....	36
Figura 23: Arroz con cáscara .....	36
Figura 24: Selectora Bühler .....	40
Figura 25: Balance de materia .....	42
Figura 26: Parámetros de envasado (grano largo – extra) .....	46
Figura 27: Parámetros de envasado (grano largo – superior) .....	47
Figura 28: Parámetros de envasado (grano largo – corriente) .....	47
Figura 29: Parámetros de envasado (grano corto – extra) .....	47
Figura 30: Parámetros de envasado (grano corto – superior) .....	47
Figura 31: Parámetros de envasado (grano corto – corriente) .....	48



Figura 32: Producción de arroz pilado en la empresa Agroindustrias San Hilarión	
S.A.C (2017) .....	50
Figura 33: Producción de arroz pilado en la empresa Agroindustrias San Hilarión	
S.A.C (2018) .....	53
Figura 34: Resumen final de producción de arroz pilado durante los años 2017-2018....	56

## **Resumen**

El presente informe de suficiencia profesional contiene información sobre el trabajo realizado en la empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C, durante los años 2017 al 2018, desarrollado en el área de recepción, secado, pilado y almacenamiento. Los parámetros de recepción en granos están adecuados de acuerdo a las políticas de la empresa, la humedad no debe sobrepasar el 25% de humedad. Durante el secado la temperatura máxima usada en el proceso es de 55°C, ya que al usarse una mayor a esta provocaría sobre secado de granos y como resultado tendríamos trizado del producto final, el tamaño de producción del área de secado equivale a 180 TM por día (24 horas), consta de 3 secadoras de 40, 35 y 24 TM de capacidad respectivamente. El resultado del producto durante el proceso de pilado incide la forma que ingresa la materia prima, factores en contra como humedad baja, impureza elevada, lote cosechado en condiciones climáticas desfavorables, también si en el secado se cumplió o no los parámetros de temperatura permitidos en este; de no presentarse ningún factor que implique pérdida de calidad, en el proceso de molienda se obtiene rendimiento aceptable, ya que la apariencia visual del grano de arroz es el primer atributo que percibe el consumidor al momento de su compra y durante este proceso el grano gana o pierde características físicas y organolépticas para su comercialización. El buen almacenamiento después del proceso de secado, influye en la vida útil del producto porque da mayor conservación de cualidades físicas para su consumo. Se realizó la comparación de producciones con respecto al año 2017 y 2018, observando variaciones en producción, mayormente en el área de pilado, ya que en el último año se implementó una descascaradora adicional, aumentando de esta manera la productividad en la planta de proceso.

Palabras clave: Agroindustrialización del arroz, área de recepción, secado, proceso de pilado de arroz.

## Abstract

The present professional sufficiency report contains information about the work done in the company Agroindustrias San Hilarión S.A.C, from 2017 to 2018, developed in the areas of reception, drying, milling and storage. The parameters of the reception of grains are adequate according to the company policies; humidity should not exceed 25%. During drying, the maximum temperature in the process is 55 °C, because when using a higher temperature would cause over drying of the grain and as a result we would have the shredding of the final product, the size of the production of drying area is equivalent to 180 metric tons per day (24 hours), it consists of 3 dryers of 40, 35 and 24 metric tons of capacity respectively. The result of the product during the milling process affects the way the raw material enters, the cons such as low humidity, high impurity, lot harvested in adverse weather conditions, also whether or not the temperature parameters allowed in the drying process; if there is no factor that implies loss of quality, in the milling process it is obtained an acceptable production output, as it the visual appearance of the rice grain is the first characteristic that the consumer perceives at the time of purchase and during this process the grain wins or loses physical and organoleptic characteristics for its commercialization. Good storage after the drying process influences in the product life because it gives greater conservation of physical qualities for consumption. It was made a comparison of the productions with respect to the years 2017 and 2018, observing variations in the production, particularly in the milling area, because last year an additional husking machine was implemented, thus increasing productivity in the processing plant.

Keywords: Rice agroindustrialization, reception area, drying, rice milling process.



## **Introducción**

La empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C, dedicada al rubro de cultivo de cereales (arroz) y elaboración de productos de molinería, tiene como fecha de inicio de actividades el 16 de setiembre del 2004, desde entonces el proceso de secado, pilado y almacenamiento fue mejorando de acuerdo a las exigencias del mercado, la producción actual triplica la cantidad con la que contaba en sus inicios.

El procesamiento del arroz está afectado en gran medida por el tipo de equipo y manejo que se disponga, así como su disposición dentro de la planta y sus conocimientos sobre las características del producto obtenido. En el año 2018 se adicionó una descascaradora y una selectora a la línea de producción en el área de pilado el cual permitió aumentar la producción de 6480 a 9360 kg/hora.

Las semillas de arroz son procesadas para quitarle las impurezas, clasificarlas en tamaños, superar su calidad por medio de la separación de las semillas dañadas o deterioradas. Los objetivos del procesamiento pueden comprender la eliminación de una amplia serie de materiales que las hace inaceptables para su consumo. Realizar todo el proceso de transformación del arroz para el posterior almacenamiento, hasta su comercialización. El arroz, ha incrementado su demanda, por lo tanto los productores agropecuarios y los empresarios molineros, están involucrados en este creciente proceso, encaminados a implementar y mejorar con una mayor capacidad y mejor tecnología para dar un mejor valor agregado al arroz.

En el siguiente informe se detalla el proceso de pilado de arroz reconociendo los equipos y maquinarias utilizadas en la empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C., teniendo los siguientes objetivos:

### **Objetivo General**

- Describir las actividades productivas de la empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C

### **Objetivos Específicos**

- Describir los métodos y procedimientos para el proceso de secado y pilado del arroz cáscara.
- Presentar los resultados obtenidos del proceso de agroindustrialización del arroz.
- Analizar el aumento de producción en arroz pilado después de la adición de maquinaria al proceso, durante los años 2017-2018.



# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. El arroz

El cultivo de arroz es uno de los más dinámicos de la agricultura peruana y por ello uno de importancia nacional. Este es el cereal por excelencia, es sabroso y muy versátil debido a ello hay hogares donde se prepara todos los días y la familia nunca se cansa de comerlo, según estadísticas por lo menos un tercio de la población mundial come arroz como alimento principal en la dieta diaria. El arroz es vida para las mayores poblaciones del mundo y está profundamente relacionado con el patrimonio cultural de numerosas sociedades. Es el alimento básico de más de la mitad de la población mundial. En el Perú, el arroz se cultiva tanto en la costa como en la selva, los departamentos con mayor área de este cultivo son: Lambayeque y Piura; ambos ubicados en la costa peruana, y en la selva destacan los departamentos de San Martín y Loreto. Es por ello que se trata el tema de la producción de arroz por ser un producto de mucha importancia. A través de este informe se dará a conocer el origen, las variedades de arroz; así mismo la forma de cultivo y los precios a los que se venden (Rojas, 2015).

#### 1.1.1. Clasificación taxonómica del arroz

En la Tabla 1 se muestra la clasificación taxonómica del arroz de la siguiente manera.

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica del arroz.*

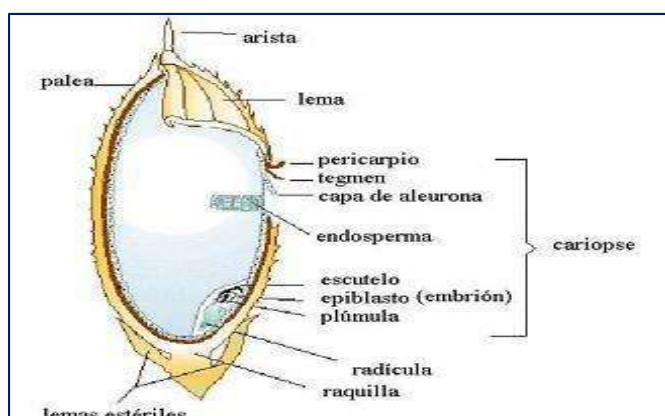
<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Familia:	Poaceae
Género:	Oryza
Especie:	Oryza sativa

Fuente: Strasburger (1986)

### 1.1.2. Características morfológicas del arroz

El arroz (*Oryza sativa*) es una monocotiledónea perteneciente a la familia *Poaceae* de las gramíneas. Posee las siguientes características:

- Raíces: las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales.
- Tallo: Se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso de 60-120 cm. de longitud.
- Hojas: las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos.
- Flores: son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración.
- Inflorescencia: es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemmas estériles, la raquilla y el flósculo.
- Grano: el grano de arroz es el ovario maduro. El grano descascarado de arroz (cariópse) con el pericarpio pardusco se conoce como arroz café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo, como se muestra en la Figura 1 (FAO, 2009)



**Figura 1:** Estructura del grano de arroz (FAO, 2009)

La cascarilla o gluma constituye un 20% del peso del arroz integral o pardo, aunque sus valores van del 16 al 28%. La distribución del peso del arroz pardo es el siguiente:

pericarpio, 1-2%; aleurona, nucela y cubierta seminal, 4-6%; germen, 1%; escutelo, 2%; y endospermo, 90-91%.

La cáscara es una capa dura que protege el grano, se compone de lemma y la palea. Por su alto contenido de silicio, limita su uso como materia orgánica para incorporar al suelo, bajo contenido de nutrientes, sin embargo, posee gran capacidad aislante, buena conductividad térmica y un alto contenido de minerales, lo cual permite su uso en la industria de jabones, lijas, briquetas y otros.

Una vez que elimine la cáscara del grano durante el proceso de molinería, se convierte en arroz moreno, siendo su parte más externa el pericarpio, que representa, en promedio el 2% del peso del grano moreno. En el proceso industrial esta parte también se elimina convirtiéndose en el salvado o harina, utilizada como materia prima para la industria de concentrados para animales.

El embrión es la parte que da origen a la nueva planta. Durante el proceso se elimina, convirtiéndose en harina, pesa aproximadamente un 3% del total del grano **(Juliano, 1994)**.

El endospermo está compuesto por la capa de aleurona y el endospermo propiamente dicho. Su peso puede representar el 80% del grano **(Ospina, 2001)**.

El arroz no glutinoso (que contiene amilosa además de amilopectina) tiene un endospermo translúcido, mientras que el arroz glutinoso (0-2% de amilosa) tiene un endospermo opaco a causa de la presencia de poros entre los gránulos amiláceos y dentro de ellos. Por consiguiente, el grano glutinoso tiene un 95-98% de peso respecto del grano no glutinoso **(Juliano, 1994)**.

## **1.2. Ciclo vegetativo de la planta de arroz**

En el ciclo de la planta de arroz se distinguen tres etapas importantes: vegetativa, reproductiva y maduración.

En la etapa vegetativa es donde se produce el crecimiento de nuevas hojas así como también la aparición de los macollos o hijos de la planta principal de arroz de la que fue sembrada.

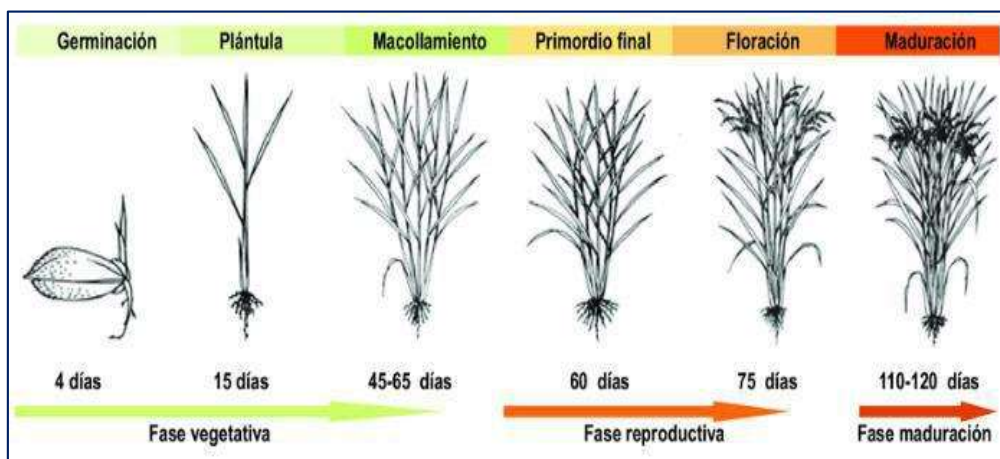
La etapa reproductiva se distingue por la formación de espiguillas y la floración.

En la etapa de maduración se considera el llenado del grano y la maduración propia del grano. El llenado del grano puede durar entre 7 y 10 días dependiendo de la variedad, durante el llenado el endospermo presenta apariencia lechosa y ya empiezan a aparecer los

gránulos de almidón. Después del llenado de grano el grano empieza a endurecer y la consistencia empieza a ser pastosa, el endurecimiento dura alrededor de 10 días.

Después de la etapa de endurecimiento, el grano se deja madurar alrededor de 10 días más según la variedad, en el cual los granos están completamente duros y no se nota que tenga consistencia pastosa. (MIDA, 2005)

En la Figura 2 se puede observar de mejor manera el ciclo de crecimiento de la planta de arroz.



**Figura 2:** Fases y etapas del crecimiento y desarrollo de la planta de arroz (MIDA, 2005)

### 1.3. Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de arroz

#### Clima

Los Factores climáticos que afectan el cultivo de arroz son: la temperatura, radiación solar y la precipitación pluvial (Datta, 1981).

#### Temperatura

Angladette (1955), la temperatura puede constituir un factor limitante para el cultivo de arroz. El descenso de esta en el momento de la iniciación panicular es particularmente crítico. Las temperaturas nocturnas por debajo de 13°C reducen las formaciones opacas, mientras que las temperaturas superiores a 30°C las incrementan (Salazar, 1986).

Por otro lado, Hernández (1982) sostiene que las temperaturas críticas altas y bajas inciden en el rendimiento, afectando el macollamiento, número de espiguillas y maduración.

Sánchez (1967), manifiesta que la temperatura óptima para germinar es de 32 a 34°C, para el macollamiento 32 y 34°C, para la fase de floración se considera entre 30 y 32°C y para la maduración de granos de 20 a 25°C.

## Suelo

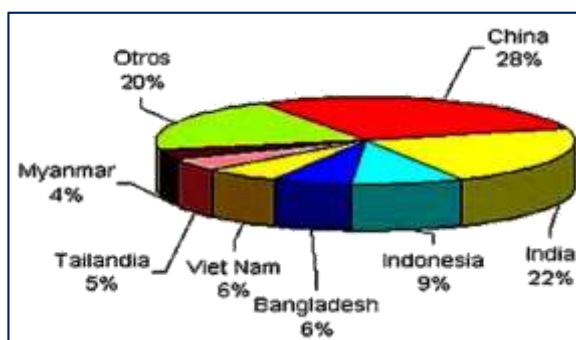
Los suelos para el cultivo de arroz son variados, siendo los más convenientes los de textura franco limoso-arcilloso o franco-arcilloso; deben tener buena fertilidad, sin problemas de drenaje y/o salinidad.

## pH

Con respecto a la acidez del suelo, las amplitudes de pH para el cultivo de arroz oscilan entre 5.5 y 6.5 cuando el cultivo es de secano y entre 7.0 y 7.2 cuando se trata de arroz bajo riego (**Vergara, 1982**). Los suelos de la Costa Peruana, son aluviales fértiles, de textura variable entre franco-arenosos y franco arcillosos, de pH alcalino (7.8 a 8.8), bajos en materia orgánica, deficientes en nitrógeno (N), moderados en fósforo (P) y altos en potasio (K). Más 9 de un 30 % del área está afectado por sales en las partes medias y bajas de los valles como consecuencia de mal manejo del agua y falta de drenaje. (**MINAG, 2012**).

### 1.4. Producción de arroz mundial

**Rojas (2015)**, la producción está geográficamente concentrada y más del 85% proviene de Asia. Tan solo siete países asiáticos (China, India, Indonesia, Bangladesh, Vietnam, Myanmar y Tailandia) producen y consumen el 80% del arroz del mundo. Las variedades de arroz cultivadas han ido variando en los últimos años, mediante una gradual renovación de las más antiguas, en función de las mejores características; provocando la desaparición de determinadas variedades, pues las nuevas ofrecen mejores rendimientos, una mayor resistencia a enfermedades, altura más baja, mejor calidad de grano o una mayor producción. Los programas de mejoramiento genético se basan en la producción de plantas de arroz diápidos, mediante el cultivo de anteras de plantas obtenidas a partir de cruzamientos previos, en la Figura 3 se observa la producción mundial en porcentaje en los principales países.



**Figura 3:** Países productores de arroz en el mundo (Rojas, 2015)



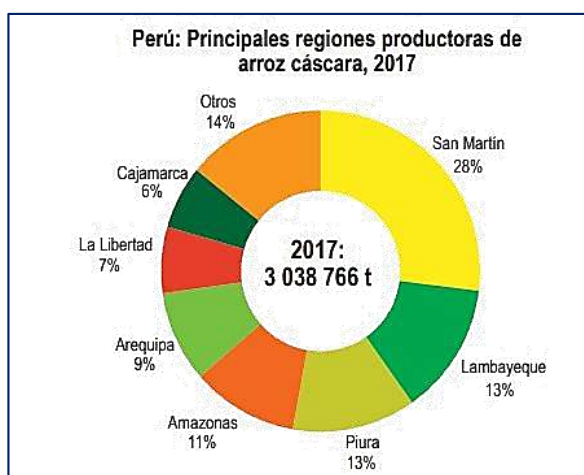
### 1.5. Producción de arroz en el Perú

En el 2017 la superficie cosechada de arroz cáscara ascendió a 422 434 ha, cantidad superior en 0,7% respecto al 2016 (419 563 ha), la cual permitió alcanzar una producción nacional de 3 millones 39 mil toneladas. Este volumen fue menor en 127 mil toneladas frente a lo que se produjo en el 2016 (3 millones 166 mil toneladas).

Las regiones donde se obtuvieron mayores cosechas durante el 2017 fueron San Martín, Piura y Lambayeque. En San Martín destacan las provincias de Bellavista, Rioja y Moyobamba quienes participan con 31,5%, 21,0% y 20,7% respectivamente del área cosechada en la región. En Piura destacan las provincias de Piura y Sullana, las cuales participan con 41,4% y 29,2% respectivamente del área cosechada en la región. En Lambayeque destacan las provincias de Lambayeque y Ferreñafe, las cuales participan del 44,5% y 29,7% respectivamente del área cosechada de la región. (MINAGRI-DIGESEP, 2017)

### 1.6. Principales regiones productoras

En la Figura 4 se muestra que la principal región productora de arroz cáscara en el 2017 fue San Martín con 28% de participación. Le siguieron las regiones de Lambayeque (13%), Piura (13%), Amazonas (11%) y La Libertad (7%).



**Figura 4:** Principales regiones productoras de arroz cáscara – 2017 (MINAG – DIGESEP 2017)

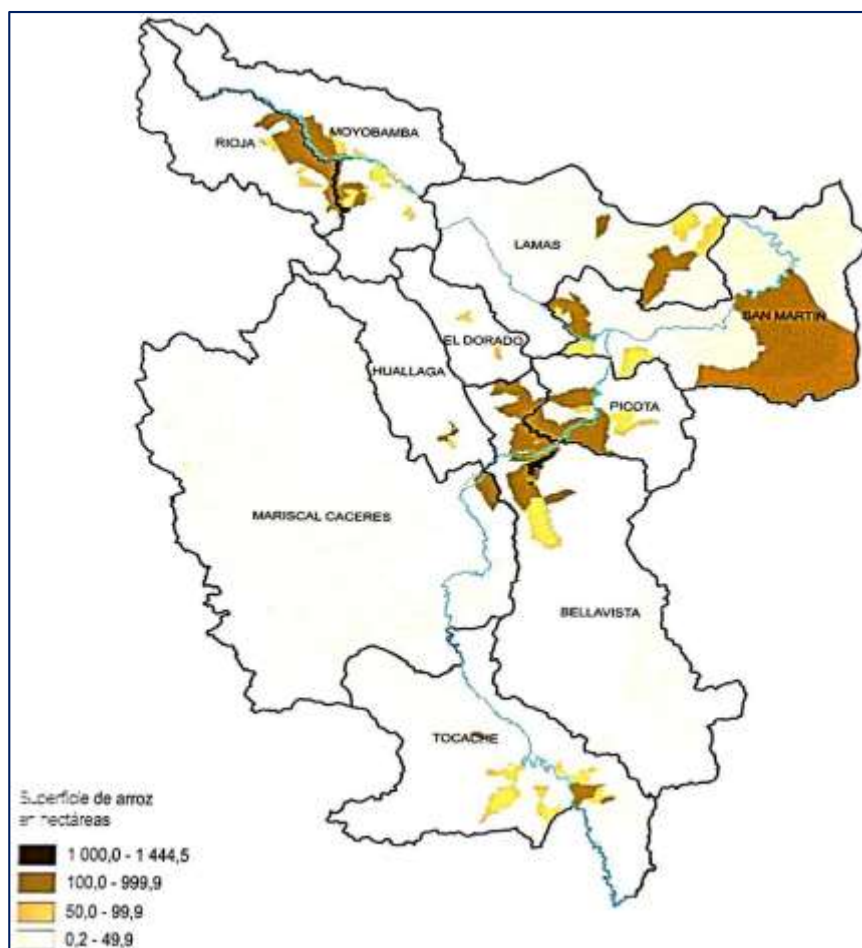
Respecto el rendimiento por regiones, se observa en la Figura 5 que la mayor productividad se logró en la región Arequipa, donde se obtuvo un promedio de 13,9 t/ha, frente al 7,2 t/ha del promedio nacional. Le siguieron Ancash (11,9 t/ha), Tumbes (8,5 t/ha) y Lambayeque (8,0 t/ha).



*Figura 5:* Rendimiento promedio de arroz cáscara por región (MINAGRI – DGESEP 2017)

### 1.6.1. Zonas de producción en el departamento de San Martín

Según los reportes del (MINAG, 2012), en lo que se refiere a la región San Martín, las provincias de mayor producción son: Rioja, Moyobamba, San Martín, Picota, Bellavista. En la Figura 6 se visualiza las zonas de mayor producción reportado hacia el año 2012.



*Figura 6:* Zonas de producción en el departamento de San Martín (MINAG, 2012)

## 1.7. Clasificación del arroz

Para **Juliano (1994)**, no existe una norma internacional para la clasificación del grano de arroz integral o pardo por su tamaño y forma. El IIA (Instituto Internacional de Investigación del Arroz) emplea la siguiente escala para los tamaños:

- Largo: 6.61-7.50 mm.
- Mediano: 5.51-6.60 mm.
- Corto: < 5.50 mm.

Por la forma del grano en base a la relación largo/ancho, se clasifica en:

- Delgado: > 3.1 mm
- Ancho: 1.1-2.0 mm
- Redondo: < 1.0 mm

### 1.7.1. Determinación de clase y grado

#### 1.7.1.1. Determinación de clase

La clase se asignará cuando por lo menos el 80% de los granos (en masa), están dentro de los límites de la clase correspondiente, y no más del 20% (en masa), son de mezcla con variedades de clases contrastantes (NTP 205.11-2014). Véase Tabla 2.

**Tabla 2**

*Determinación de clase*

Clase	Longitud del grano de arroz elaborado entero	Método de ensayo
Largo	Más de 7 mm	ISO 11746
Mediano	De 6 mm a 7 mm	
Corto	Menos de 6 mm	
Mezclado	Más del 20 % de mezclas	

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 205.11-2014

#### 1.7.1.2. Determinación de grado

Para fines de determinación de grado se puede considerar:

- Granos rojos: son los granos de arroz enteros o quebrados, que son nítidamente de color rojo o presentan estrías rojizas en la cutícula o cubierta del grano. (**IRRI, 1986**)

- Granos tizosos: son los granos enteros o quebrados que presentan el proceso de entizamiento, es decir, el carácter tizoso o harinoso, ya sea en forma total o parcial sobre la extensión del grano. **(IRRI, 1986)**
- Granos tizosos totales: son aquellos granos enteros o quebrados que presentan el proceso de entizamiento sobre la mitad o más de la extensión de un grano entero. Se incluyen en esta denominación a los granos inmaduros. **(IRRI, 1986)**
- Granos tizosos parciales: son aquellos granos enteros o quebrados que presentan el proceso de entizamiento, sobre sectores que no alcanzan la extensión de medio grano. Esta denominación incluye los granos llamados “panza blanca”. **(IRRI, 1986)**
- Granos dañados: son los granos de arroz, enteros o quebrados, que han sufrido alteraciones producidas por hongos, fermentaciones, heladas, calentamiento u otras causas. **(IRRI, 1986)**
- Materia extraña: es todo aquel material que no sea arroz pilado, incluyendo el arroz no descascarado (paddy). **(Gaviagro SAS, 2011)**
- Granos quebrados: son los granos cuyo tamaño está comprendido entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$  del tamaño total del grano entero. **(Gaviagro SAS, 2011)**
- El grado se determinará por el valor del componente, cuyo porcentaje corresponde a la mayor tolerancia considerada en la Tabla 3.

**Tabla 3***Determinación de grado*

Nombre comercial	Extra	Superior	Corriente	Popular	Método de ensayo
<b>Grados</b>	1	2	3	4	
<b>Granos rojos (%)</b>	0,0	0,5	2,0	4,0	Físico sensorial
<b>Granos tizosos (%)</b>	<b>Tizosos Totales</b>	2	4	8	Físico sensorial
	<b>Tizosos Parciales</b>	5	10	20	Físico sensorial
<b>Granos dañados (%)</b>	0,0	0,5	2,0	4,0	NTP 205.029
<b>Mezcla varietal contrastante (%)</b>	2,5	5,0	10,0	20,0	NTP 205.029
<b>Materia extraña<sup>1</sup> (%)</b>	0,15	0,25	0,35	0,45	NTP 205.029
<b>Granos quebrados (%)</b>	5	15	25	35	NTP 205.029
<b>Granos inmaduros (%)</b>	0,00	0,05	0,10	0,15	Físico sensorial

<sup>1</sup> Se considera sólo materia extraña orgánica. No se permitirá la presencia de materias extrañas inorgánicas.

Fuente: NORMA TECNICA PERUANA NTP 205.11-2014

## 1.8. Formas de consumo y consumidores potenciales

- Necesita ser sometido a cocción para su consumo.
- Destinado para consumo humano en general (niños adultos y ancianos) y población beneficiaria de los programas sociales en el ámbito local, regional y nacional.

## 1.9. Empaque y presentación

El contenido del envase puede ser de 1.0, 5.0, 10.0, 25.0 y 50.0 Kg.

Empaque externo

Polipropileno de alta densidad. Se indica la fecha de producción, de vencimiento y número de lote.

Rotulado

El rotulado debe indicar el término ARROZ PILADO. Pueden indicarse otras denominaciones locales.

El rotulado debe indicar:

- Nombre del molino.
- PROCESADO Y ENVASADO POR.
- Correo electrónico.
- Ubicación.
- Peso neto.
- Fecha de producción.
- Fecha de vencimiento.
- Código de registro sanitario.

### 1.9.1. Vida útil esperada

Un año (01) después de la fecha de producción, en buenas condiciones de almacenamiento.

Debe ser almacenado sobre parihuelas en buen estado de conservación, en ambientes adecuados, ambiente fresco, limpio y seco, sin exposición directa al sol (**Gaviagro SAS, 2011**)

## 1.10. Composición nutricional del arroz

Con el fin de dar una idea aproximada de las distintas sustancias que componen el grano de arroz en las diferentes etapas de su industrialización, se detalla a continuación la composición, expresada en porcentajes en peso, de los principales componentes como indica la Tabla 4 (**Centro Nacional De Alimentación y Nutrición Instituto Nacional de Salud - Lima, 2009**)

**Tabla 4***Composición nutricional del arroz*

Nombre del alimento	Energía <ENERC> kcal	Energía <ENERC> kJ	Agua <WATER> g	Proteínas <PROCT> g	Grasa total <FAT> g	Carbohidratos totales <CHOCDT> g	Carbohidratos disponibles <CHOAVL> g	Fibra cruda g	Fibra dietaria <FIBTG> g	Cenizas <ASH> g
Arroz pilado o pulido cocido	115	480	72,2	2,40	0,1	25,2	25,2	0,1	*	0,1
Arroz blanco corriente	358	1500	13,4	7,80	0,7	77,6	77,6	0,4	*	0,5
Arroz con cáscara	325	1362	11,9	5,90	2,0	75,7	71,6	9,9	4,1	4,5

Fuente: CENTRO NACIONAL DE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN INSTITUTO NACIONAL DE SALUD (LIMA, 2009)

**1.11. Calidad del grano**

Según **Martínez (1989)**, la calidad es el resultado de la acción de numerosos y variados factores; algunos están relacionados con las propiedades fisicoquímicas del grano tales como tamaño, forma, peso, pigmentación, dureza, temperatura de gelatinización, contenido de amilosa, etc., mientras que otros se refieren a la cosecha y su manejo pos cosecha, incluidas las labores de recolección, secado, transporte, procesamiento, almacenamiento, etc.

La **UNC (2003)** menciona, que una vez recolectado y seco, el arroz cáscara experimenta durante el almacenamiento un proceso de maduración posterior que completa y perfecciona sus características organolépticas y cualitativas; el arroz almacenado, mediante el proceso de envejecimiento que se verifica, alcanza gradualmente una mayor uniformidad y equilibrio.

Las primeras características que se considera, sea arroz cáscara, descascarillado o elaborado, son:

- Estado de conservación.
- Rendimiento porcentual en arroz elaborado.
- Características de aspecto.
- Sabor y características de cocción.
- Valor nutritivo.

### **1.11.1. Indicadores de calidad del grano**

Según **Juliano (1994)**, las propiedades físicas del grano como longitud, anchura, transparencia, grado de elaboración, color del arroz elaborado son indicadores de la calidad del grano.

El contenido de amilosa del almidón del arroz es el principal factor para su comestibilidad. Guarda relación directa con la expansión del volumen y la absorción de agua durante la cocción y con la dureza o consistencia, blancura y opacidad del arroz cocido.

### **1.11.2. Factores que influyen en la calidad del grano**

Entre los factores independientes del tipo varietal, los que influyen en las características de cocción, conservabilidad y rendimiento en granos enteros y total de arroz elaborado, o sea, en las características intrínsecas de calidad, según **(Datta, 1986)**. Son:

- a) El grado de maduración del producto; obviamente, depende del momento en que se realiza la recolección, de las condiciones climáticas que se verifican durante la maduración y de la capacidad de la variedad a madurar perfectamente la cariósida.
- b) La humedad del producto antes, durante y después de su elaboración en arroz blanco.
- c) La técnica y metodología utilizada para la recolección y secado del arroz cáscara.
- d) El envejecimiento, es decir, la duración del período de almacenamiento, en relación estrecha con las condiciones de humedad y temperatura con las que se almacena el arroz cáscara.
- e) El grado de elaboración, es decir, el porcentaje de harinas-salvado y cilindro extraído de las capas externas del grano por las máquinas blanqueadoras.
- f) Los tratamientos especiales antes o después de la elaboración del arroz cáscara.

### **1.12. Calidad molinera.**

**Martínez (1989)**, la calidad molinera está definida con base en la proporción del grano que permanece entero o en tres cuartos de su tamaño después de ser sometido al proceso de descascarado y pulido. Dicha calidad de una variedad es un factor importante para su adopción por parte de los agricultores; sin embargo, su nivel de importancia varía entre los diferentes países y dentro de ellos a través del tiempo.

El gradiente de calidad se da mayor a menor en: Extra, Primera y Segunda, y esta clasificación (regulada por Ley) se genera en función de la proporción de granos perfectos. Los molineros están siempre deseosos de manejar variedades con buena calidad molinera (alto porcentaje de granos enteros); sin embargo, las tolerancias máximas dictadas por el mercado varían según los países.

### **1.12.1. Factores que afectan la calidad molinera**

**Heros (2012)** menciona que la pérdida de calidad de grano se debe mayormente a factores climáticos, daño mecánico y retrasos en la cosecha. Las temperaturas y precipitaciones altas a la maduración incrementan el rendimiento de arroz quebrado en las áreas de selva alta

**Gonzáles (1969)** menciona que existen múltiples factores que influyen y modifican la expresión de la calidad molinera especialmente en cuanto a su apariencia y resistencia al quebrado. Estos pueden resumirse en genéticos y ambientales.

#### **1.12.1.1. Cosecha**

**Gonzáles (1969)** menciona que la época de cosecha, está directamente relacionada con el grado de madurez y humedad del grano al momento de la cosecha. Cuando la cosecha se realiza tempranamente, la inmadurez de los granos y su alta humedad, propician menor dureza y una disminución del porcentaje de grano entero y rendimiento de pila.

Los granos inmaduros pueden ser una fuente de reducción en la calidad, porque éstos granos son típicamente débiles en estructura y a menudo se rompen durante la molienda. Cuando la cosecha es demasiado tarde, la sobre maduración produce excesivo secado en el campo y en otros caso resquebrajamiento del grano que produce alto porcentaje de grano quebrado (**Gonzáles, 1969**).

El rendimiento total de molinería (porcentaje de grano blanco entero) se afectan considerablemente, cuando el grano se cosecha con humedades por debajo del rango óptimo, ya que el grano es higroscópico y cuando está por debajo del 18% de humedad, aproximadamente, comienza a intercambiar agua con el medio y el proceso de adsorción-desadsorción provoca el fenómeno de la fisuración y la partidura del grano en el proceso de molinería (**Peña et al., 1983**).



### 1.12.1.2. Secado

Los granos son higroscópicos por naturaleza; esto significa que se humedecen o secan dependiendo de la temperatura y humedad relativa del aire que los rodea. Es conveniente tener presente que no sólo es importante reducir la humedad del grano en un corto tiempo, sino también que es preciso saber secar adecuadamente el producto para que éste no pierda su integridad. El empleo de las altas temperaturas y bajos flujos de aire aceleran el secado, pero ocasionan fisuras o roturas en el grano; la misma eficiencia se puede lograr aumentando el flujo de aire y rebajando la temperatura del aire de secamiento.

El grano de arroz con alrededor del 18% de humedad puede mantenerse por algunos días sin deterioro biológico (rompimiento del grano, daños a la cubierta de la semilla, descoloramiento, pérdida de poder germinativo y cambios nutricionales), antes de secarse al 13-14% de humedad requerido para almacenamiento y molienda.

La calidad del arroz se puede perder durante el proceso de secado debido a:

1. Daños mecánicos.
2. Choque térmico.
3. Secado desigual
4. Exceso de temperatura en el secado.
5. Secado con humedad final muy baja.

Las dificultades de secar el arroz sin usar métodos mecánicos son grandes, ya que el grano puede llegar del campo con alta humedad, generalmente entre 17-24% siendo necesario bajar este contenido de humedad a 13%. (**Muñoz, 1990**)

### 1.12.1.3. Almacenamiento

La meta primordial del almacenamiento es preservar la calidad del grano. El arroz recién cosechado, de cualquier grado de calidad, debe prepararse y almacenarse de tal modo que en el momento de su consumo conserve el mismo grado que poseía al iniciarse el período de almacenamiento.

El contenido de humedad del 14% se considera seguro para el almacenamiento del arroz con cáscara hasta 4-5 meses. Para almacenamientos prolongados, de 6 meses en adelante, este contenido de humedad debe reducirse al 13%.

La temperatura ambiental en la bodega es un buen indicador de las condiciones de almacenamiento. Las altas temperaturas fomentan el desarrollo de insectos y microorganismos. El principal daño económico causado por los hongos es la decoloración del grano lo cual reduce su valor comercial. Los puntos esenciales para el almacenamiento seguro son:

- Secar el arroz cascara hasta que tenga un contenido de humedad del 13-14% antes del almacenamiento.
- Mantener en buen estado las bodegas de almacenamiento.
- No almacenar insecticidas y/o fertilizantes cerca de las existencias de arroz.
- Controlar los insectos. **(Gaviagro SAS, 2011)**

### **1.13. Muestreo en granos**

La extracción de muestras representativas en las operaciones de recibo de granos en cualquiera de las etapas de comercialización, reviste particular importancia, por cuanto los resultados de los análisis de calidad y la posterior liquidación del lote entregado dependen necesariamente de la forma en que tales muestras sean obtenidas. El objetivo del método es la obtención de una muestra de características similares, en todos los aspectos, a las características medias del lote del cual ha sido tomada, deberán aplicarse las especificaciones y procedimientos que a continuación se detallan. **(Gaviagro SAS, 2011)**

#### **1.13.1. Instrumentos**

##### **1.13.1.1. Calador de bolsa**

Pieza de acero cónica y acanalada, compacta en el extremo correspondiente al vértice, y en el otro provisto de un mango, generalmente de madera dura, perforado totalmente y por donde se desliza la mercadería para su observación. Se utiliza para granos embolsados. Se introduce totalmente en la bolsa con la parte acanalada hacia abajo y se retira con un movimiento de rotación hacia arriba para dejar caer el grano. Presenta distintas medidas de acuerdo al tipo de granos a muestrear. **(Gaviagro SAS, 2011)**

##### **1.13.1.2. Calador cilíndrico o calador sonda**

Consta de dos tubos metálicos, uno dentro de otro con un espacio mínimo entre ambos. Cada uno de los tubos posee una serie de perforaciones, equidistantes entre sí, cada

una de las cuales corresponde a un compartimento en el tubo interior. Cada compartimento o celdilla tiene una capacidad aproximada de cincuenta centímetros cúbicos. Las perforaciones de los tubos se superponen al girar, desde la parte superior, un tubo con relación al otro, por lo que el calador puede penetrar en la masa del grano y salir de ella con los compartimientos cerrados o abrirse para tomar la muestra en el instante adecuado. (Gaviagro SAS, 2011)

### **1.13.2. Formación y presentación de las muestras**

La determinación correcta de la calidad comercial deberá partir de una muestra que sea el fiel reflejo de la realidad. Para ello es necesario que la muestra a analizar sea correctamente compuesta, envasada y conservada adecuadamente. (Gaviagro SAS, 2011)

## **1.14. Procesos de arroz pilado**

### **1.14.1. Pilado**

**Juliano (1994)** dice, que la elaboración consiste en el descascarillado del arroz cáscara para convertirlo en arroz integral o pardo. Esta operación puede hacerse manualmente (pilado a mano) o mecánicamente. Una humedad alta en la atmósfera durante la elaboración mejora el rendimiento en arroz entero. Si se aumenta el contenido de humedad del grano al 14-16% mediante vapor antes de la elaboración se mejora también el rendimiento de arroz entero y su sabor, pues un 14-16% es la escala de contenido de humedad crítico para la susceptibilidad al agrietado de la mayoría de las variedades de arroz. Sin embargo, el arroz elaborado puede tener que volverse a secar hasta 14 % para su buena conservación.

En los molinos modernos, la elaboración comprende varias fases y se recogen por separado las fracciones de salvado y de polvo de arroz. La elaboración de un 10% de polvo de salvado de arroz del arroz integral mediante molinos abrasivos y de fricción elimina todo el pericarpio, cubierta seminal y nucela, y prácticamente toda la aleurona así como el embrión o germen, pero quita poquísimo del endospermo no aleurónico, salvo las aristas laterales (**Datta, 1986**).

El término de arroz pulido se refiere al arroz elaborado que ha pasado por las cribadoras donde se elimina el salvado suelto que queda adherido a la superficie del arroz elaborado, mejorando así su transparencia. Estas cribas tienen un cilindro horizontal o vertical, o

cono, para ir eliminando suavemente el salvado suelto, haciéndolo rotar en una cámara consistente en un tamiz de malla de alambre o en un tamiz de acero con perforaciones **(Datta, 1986)**.

La duración en almacén del arroz suele ser brevísima en el arroz elaborado, debido a la rancidez de la grasa, más prolongada en el arroz integral y más todavía en el arroz cáscara. La grasa existente en las células superficiales del arroz elaborado atraviesa por un proceso de hidrólisis por la lipasa, seguido por la oxidación de la lipoxigenasa de los ácidos grasos insaturados libres. Con el arroz integral, la descascarilladora constituye el factor crítico, prefiriéndose una descascarilladora de rodillos de caucho a una descascarilladora de piedra, pues así se reducen las magulladuras superficiales del grano que desencadenan la acción de la lipasa sobre los lípidos **(Heros, 2012)**

## **1.15. Subproductos del Molino**

### **1.15.1. De Desecho**

Los subproductos de desecho son aquellos que salen del proceso, pues además de ser indeseables, no ofrecen ningún beneficio para el molino. Estos son: las impurezas o basura extraídas por la pre-limpiadora y la cascarilla. Esta es empleada en la fabricación de briquetas para construcción y de cemento. Igualmente se usa como combustible para calderas **(Martínez, 1989)**.

### **1.15.2. Utilizables**

Según **Martínez (1989)**, los subproductos utilizables son aquellos que después de ser sacados del proceso pueden ser vendidos en el mercado. Estos son:

La harina de arroz o de pulimento, utilizada en las fábricas de concentrados.

El arroz partido en fracciones grandes, también llamado arroz cristal, que se vende como arroz para sopa.

El arroz partido en fracciones pequeñas (inferiores a 1/4 de grano), que es conocido como granza, utilizado por las fábricas de concentrados para animales.

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **2.1. Lugar de ejecución**

##### **2.1.1. Aspectos generales de la empresa**

Agroindustrias San Hilarión S.AC, es una empresa agroindustrial que viene operando desde hace 15 años, dedicada principalmente a la elaboración y comercialización de arroz en cáscara y arroz pilado, subproductos: polvillo y arroccillo al mercado en general (local, regional y nacional) destinando algunos de los productos de arroz pilado a los programas sociales. Brinda además servicio de secado industrial y maquila a terceros, ubicada en la Carretera Fernando Belaunde Terry S/N Km 78, San Hilarión – Picota San Martín, tiene como gerente general y propietario al Sr. Henri Flores Alarcón.

#### **Visión y Misión**

- **Visión**

Consolidarnos como una marca con presencia de todos los hogares a nivel nacional y luchar contra la desnutrición infantil.

- **Misión**

Somos una empresa dedicada al desarrollo del sector arrocerero acompañando a los productores en todas las etapas de su producción, así mismo impulsamos el desarrollo económico de nuestro país.

#### **2.2. Organización de la empresa**

La empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C. se organiza de la siguiente manera:

- **Gerente general:** Henri Flores Alarcón.
- **Administrador:** Luis Flores Jiménez
- **Recursos Humanos:** Natividad Herrera Cruz.

### **2.3. Tamaño de la producción**

La producción de secado de arroz por turno equivalente a 90 TM, durante un día (turno día y noche) se seca una cantidad de 180 TM. Producción de pilado por día; mañana (10 horas) y noche (7horas) 9360 kg/ hora.

#### **Materiales:**

- Libreta de apuntes
- Lapicero
- Laptop.
- Libros.

#### **Metodología**

El presente informe de suficiencia profesional se utilizó el Método Descriptivo, nos permite conocer el proceso productivo de arroz pilado en la empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C, en un determinado tiempo, desde la recepción de arroz cáscara, hasta el almacenamiento de arroz pilado.

Considerando como variables de estudio el rendimiento de arroz, tiempo empleado en cada proceso, mermas de producción y volumen de producción.

El proceso productivo en la empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C se observa en la Figura 7 y consta de las siguientes etapas:



**Figura 7:** Flujograma de elaboración del proceso de arroz pilado (Elaboración propia)

## 2.4.Recepción de materia prima

El proceso se inicia con la recepción del arroz húmedo, con un promedio de contenido de humedad entre 20-24%, el cual es transportado desde el campo, en dos modalidades, la primera, en sacos de polipropileno con un peso aproximado de 72 kg cada saco, la segunda, a granel en camiones con capacidad de 8 TM a 30 TM.

## **2.5.Inspección**

La inspección de calidad consiste en extraer una muestra representativa del lote a granel o al azar de lotes en sacos. Procediendo para determinar el % de humedad, impureza, rendimiento, % de quebrado y mezcla varietal (en caso lo requiera).

### **2.5.1. Procedimiento de inspección de calidad.**

1. Tomar 100 gramos de arroz con cáscara, libre de impurezas y seco.
2. Colocar la muestra en el descascarador e iniciar el proceso de descascarado, debe tener una duración de 15 segundos.
3. Pesar la cantidad de arroz descascarado o arroz integral obtenido (si el grano a salido con alto porcentaje de grano sin descascarar, debe volverse a pasar por el descascarador), no debe sobrepasar el 5% de granos paddy, 95% granos descascarados.
4. Calcular el porcentaje de cáscara o cascarilla retirada; será igual a la diferencia entre el arroz con cáscara y el arroz entero o descascarado.
5. Pulir el arroz descascarado, durante 45 segundos en la fase de pulido del arroz, tener en cuenta que el arroz debe presentar una blancura mínima de 38IB y máximo de 40IB, de este proceso se logra separar el salvado o harina, del arroz blanco.
6. Pesar el arroz blanco entero más partido. Este peso en gramos será el rendimiento de pilada o rendimiento total en molino.
7. Calcular el porcentaje de salvado o harina, que es igual a la diferencia entre el grano descascarado o grano moreno y el rendimiento de pilada.
8. Separar el grano entero del grano partido, operación que se realiza con la ayuda de la clasificadora o una bandeja alveolar.
9. Pesar el grano entero o excelso (granos enteros y granos de 3/4 de su tamaño). El peso en gramos del grano entero indica directamente el índice de pilada en porcentaje.
10. Pesar el grano partido. Llevar el peso de grano partido a porcentaje con respecto al rendimiento de pilada.

#### **Procedimiento para calcular el rendimiento**

A continuación, se presenta la fórmula correspondiente utilizada para el cálculo de rendimiento arroz entero:



$$\%R = 100 - \left[ \left( \frac{Po \text{ cáscara} - Pf \text{ pilado}}{Po \text{ cáscara}} \right) * 100 \right] \quad (\text{Ec. 1})$$

Dónde:

% R = Rendimiento de arroz en porcentaje

P0 cáscara= Peso inicial de la cantidad de arroz en cáscara

Pf pilado = Peso final de arroz pilado.

Para el cálculo de rendimiento de arroz quebrado en el pilado se utiliza la siguiente fórmula:

$$\%R = 100 - \left[ \left( \frac{Po \text{ cáscara} - Pf \text{ arroz quebrado}}{Po \text{ cáscara}} \right) * 100 \right] \quad (\text{Ec. 2})$$

% R = Rendimiento de arroz quebrado en porcentaje

% P0 cáscara= Peso inicial de la cantidad de arroz en cáscara

% Pf arroz quebrado = Peso final de arroz quebrado.

## 2.5.2. Equipos para analizar arroz en cáscara.

### 2.5.2.1. Medidor de humedad de granos Marca Kett, modelo PM- 450.

El medidor de humedad tiene 26 calibraciones de fábrica (Figura 8), cubriendo gran parte de los granos más populares con un compacto, cargado a batería, medidor de humedad portátil a mano.


Las mediciones se hacen usando la Capacidad de conductividad térmica, comparando la constante dieléctrica de la muestra solida con agua. Un balance integrado y un termistor de temperatura proporcionan una compensación de temperatura y densidad automática. Estos componentes y el diseño de la copa de muestra y celdas de medición se combinan para proporcionar la estabilidad y precisión al igual cuando se compara con los medidores estándar de pérdida de secado. (Anexo 2)

- Pasos para testear una muestra:

- a.- Asegurarse que no hay residuo en el aparato de medida, presionar SELECT para calibrar el tipo de material a medir, por último, pulsar la tecla MEA, se observa que el punto decimal parpadea:



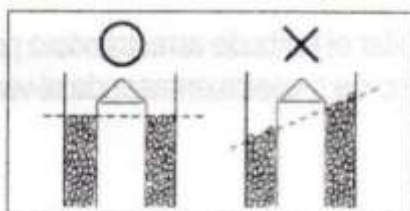
**Figura 8:** Selección del tipo de material a medir

- b.- Una vez calibrado, el icono  comienza a parpadear, cargar la muestra en el aparato como se muestra en la Figura 9, de tal manera que quede según la imagen, no sobrepasar el proceso de carga, debe durar entre 5 a 6 segundos.



**Figura 9:** Cargar la muestra en el equipo

Si la muestra no llega al nivel de la sección de medida, la muestra contenida no será medida correctamente (Figura 10):



**Figura 10:** Forma correcta e incorrecta de cargar la muestra.

- c.- Después de que el punto decimal parpadee por 5 segundos aproximadamente, el número de medida y el valor de humedad debe aparecer en la pantalla tal como se muestra en la Figura 11.



*Figura 11:* Obtención de medida

#### 2.5.2.2. Molino de prueba – SUZUKI MT

Los molinitos de pruebas, son equipos que simulan a pequeña escala el proceso realizado en la molinería industrial. La mayoría de los molinitos de pruebas funcionan con 100 gramos de muestra de arroz paddy y sólo lleva pocos minutos el proceso completo de inspección.

##### Componentes del molino de prueba Suzuki-MT

- Estructura mono bloque de chapa metálica.
- Descascarado con 2 rodillos de goma, con una composición similar a la utilizada por las máquinas industriales.
- Pulidor de esmeril especial de larga durabilidad.
- Cámara de aspiración para paja.
- Cámara de aspiración de salvado.
- Clasificador cilíndrico "Trieur" con dos tipos de camisas con alvéolos diferentes de 4.5 y 5.5 mm.
- Motor eléctrico.
- Correa laminada sin fin.
- Correa en V tipo fraccional
- Colector de cáscara tipo ciclón

Para mayor descripción (Anexo 3)

#### 2.5.2.3. Balanza electrónica

La balanza es otro instrumento de suma importancia en el laboratorio de calidad de las industrias arroceras, por lo que se deberá contar con a lo menos una, de preferencia

digital. Esto debido a que se requieren muestras pequeñas, del orden de los 100 gramos, precisas e iguales, para todos los análisis de calidad a realizar. (Ver Anexo 4)

Especificaciones:

- Batería recargable, alimentación a Corriente 220 V y Pilas.
- Bandeja de acero inoxidable (198x176mm).
- Temperatura de funcionamiento: 0 ° C - 40 ° C
- Capacidad máxima de 2500g – mínimo 10 g, e=0.5 g
- Calibración Digital.
- LCD pantalla grande con LED luz de fondo.
- Kilogramos y Onza de pesaje de modos.
- Función de Zero, Tara y Destare.
- Indicador de energía baja y de apagado automático.

#### **2.5.2.4. Medidor de blancura MBZ-2:**

El colorímetro es un instrumento fundamental para medir la blancura del grano. A su vez, es también una herramienta de primera necesidad para la continua y correcta calibración, tanto del molino industrial a gran escala, como del proceso de calibración del molinito de pruebas. El colorímetro o medidor de blancura, determina este parámetro a través del proceso de proyección de un haz de luz sobre la muestra de grano. La mayoría de los medidores de blancura, miden además de la blancura, la transparencia y el pulimiento.

La transparencia es el valor que se relaciona con el molinado y pulido del grano y varía con cada variedad de grano.

Medición de blancura

Incorrecto:

Arroz en cantidad excesiva (Figura 12) hace que la porta muestra no cierre bien, dificultando su introducción al aparato, puede provocar que el vidrio se rompa.



**Figura 12:** Cantidad incorrecta de muestra 1

Incorrecto:

Como se muestra en la Figura 13, arroz en poca cantidad provoca una discontinuidad en la superficie de la muestra, alterando el resultado de la lectura.



**Figura 13:** Cantidad incorrecta de muestra 2

Correcto

La cantidad ideal es dejar una superficie levemente convexa (aprox. 3mm) con los bodes de la porta muestra limpio (Figura 14).



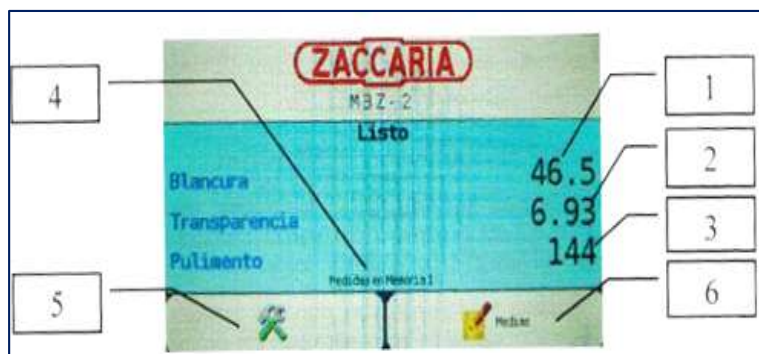
**Figura 14:** Cantidad correcta de muestra

Enseguida se cierra el estuche, se introduce en el medidor de blancura para que realice la lectura/ medición de la muestra.

Esperar hasta que la barra (azul) termine su recorrido y concluya el proceso de medición.

Al finalizar la medición aparecerá la siguiente pantalla (Figura 15):

- 1.- Blancura
- 2.- Transparencia
- 3.- Pulimiento.
- 4.- Medidas en la memoria.
- 5.- Menú herramientas
- 6.- medias (promedio de las mediciones realizadas de un solo lote)



**Figura 15:** Descripción de funciones en la pantalla

### **Registro de notas de blancura.**

Para registrar los valores de blancura de cada muestra analizada, se deben utilizar solamente los granos enteros, sin haberlos abrillantado, puesto que al aplicar algún tipo de producto abrillantador, se altera la blancura.

En la toma de notas de blancura, se debe tomar como mínimo tres lecturas, para luego sacar un promedio, el cual será registrado en la respectiva muestra.

### **Nomenclatura del medidor de blancura MBZ-2**

- 1.- Interruptor Enciende / Apaga.
- 2.-Entrada de la fuente DC.
- 3.- Entrada del cable USB.
- 4.- LED de la conexión USB
- 5.- Display Touchscreen.
- 6.- Conjunto del estuche de porta muestra.



**Figura 16:** Nomenclatura del medidor de blancura MBZ-2

## **2.6.Limpieza 1**

Para este proceso se utiliza una máquina pre limpiadora marca Pagé de fabricación brasilera (ver Anexo 5), es la misma que se encarga de retener las impurezas (paja, piedras, hojas, etc.), que llegan del campo, cuenta con zarandas las cuales, mediante un sistema de vibración (rota vaivén) separa las impurezas del arroz. Se estima que el porcentaje de impureza eliminada es de 1.4% del peso total.

## **2.7.Almacenamiento de materia prima (arroz en cascara húmedo)**

Mediante el transportador de cangilones, la materia prima va hasta un silo de almacenamiento denominado silo pulmón, mediante un sistema de aireación, el arroz es homogenizado tanto en temperatura y humedad, para su posterior secado. Cuenta con 02 silos de 80 TM, 2 silos de 70 TM, 2 silos de 25 TM, para el almacenamiento de arroz húmedo con cáscara.

## **2.8.Secado**

En Agroindustrias San Hilarión SAC, se cuenta con dos modalidades de secado.

### **2.8.1. Secado natural:**

Comúnmente llamado “en pampa”, la cual consta de esparcir el arroz sobre mantas de polipropileno de alta densidad ubicadas ordenadamente en el piso, tal como se muestra en la Figura 17.



*Figura 17: Secado natural en agroindustrias san Hilarión SAC.*

### **2.8.2. Secado artificial:**

Realizado en secadoras industriales tubulares de flujo contracorriente, el molino posee 3 secadoras de capacidades diferentes de secado; Kepler weber: 40 TM, Pagè: 35 TM y Vitoria: 24 TM. La temperatura del grano no debe sobrepasar los 50° C para evitar la cristalización del mismo. El secado se inicia desde el traspaso del arroz húmedo del silo pulmón, mediante un transportador de cangilones el cual abastece con producto la torre de secado, se va distribuyendo uniformemente en contra corriente con el aire caliente que es succionado desde el horno mediante ventiladores ubicados en la base y superficie de la torre de secado. El arroz es recirculado hasta lograr la humedad requerida, el medidor de humedad es un equipo que se usa constantemente durante este proceso. El aire caliente es impulsado mediante un sistema de ventilación desde el horno de producción de aire caliente que tiene como principal combustible la cascarilla de arroz. **(Castillo Niño, 1999)** Durante el proceso de secado se observa que el peso inicial se reduce 11.30%, el cual equivale a la cantidad de agua eliminada del grano.

### **2.8.3. Controles de calidad durante el proceso de secado**

En el Anexo 6 se observa los controles de secado se llenan en formatos donde se registra los parámetros de secado.

### **2.8.4. Tiempo de secado:**

El tiempo de secado para el arroz se ha determinado por la experiencia, debido a que no existen datos teóricos para este procedimiento, se recomienda eliminar el 1% de humedad por hora la misma que puede variar dependiendo de las condiciones ambientales, entre otras.

El secado es una de las tareas más sensibles que se realiza y muchas veces constituye un cuello de botella ya que si el arroz se comienza a cosechar con altos porcentajes de humedad y su procesamiento insume más tiempo que otros cultivos, atentando contra la eficiencia de funcionamiento de la planta. Además esta situación provoca que frecuentemente se eleve la temperatura de secado intentando acortar el proceso lo que provoca mermas en el porcentaje de entero y por lo tanto mayores costos de planta. Por lo tanto, la tecnología que permita mejorar los procesos de secado presenta relevante



influencia en el análisis de costo y consecuentemente incide directamente en el beneficio económico de la planta (**Hidalgo y Pozzolo, 2013**).

#### **2.8.5. Sistemas de descarga (descarga neumática)**

Descarga por bandejas deslizantes (neumáticas) (Figura 18). Las bandejas deslizantes son accionadas por un cilindro neumático y están especialmente indicadas para el secado del arroz. El flujo de la descarga es controlado por un temporizador electrónico que actúa en el tiempo abierto y cerrado y consecuentemente en la regulación de la cantidad de producto que es descargado.



*Figura 18:* Descarga neumática

#### **2.8.6. Fuente de calor**

##### **2.8.6.1. Quemador**

Es el equipo que da la fuente de calor (Figura 19), utilizada para aumentar la temperatura del aire, para que el aire succionado por el ventilador pase por allí y luego llegue al secador, en donde va arrastrar o evaporar el agua que contienen los granos, el quemador para dar calor trabaja con cascarilla de arroz y cuenta con un tablero de comando correspondiente en el cual pueden controlar la uniformidad de la temperatura constante de aire para el secado, además lograr una gran eficiencia en la relación aire-combustible.

La capacidad del quemador es de 300kg/h funcionando las 3 secadoras, un promedio de temperatura máxima de 200°C.



**Figura 19:** Fuente de calor para secadoras industriales

## **2.9. Almacenamiento de materia prima (silos de reposo)**

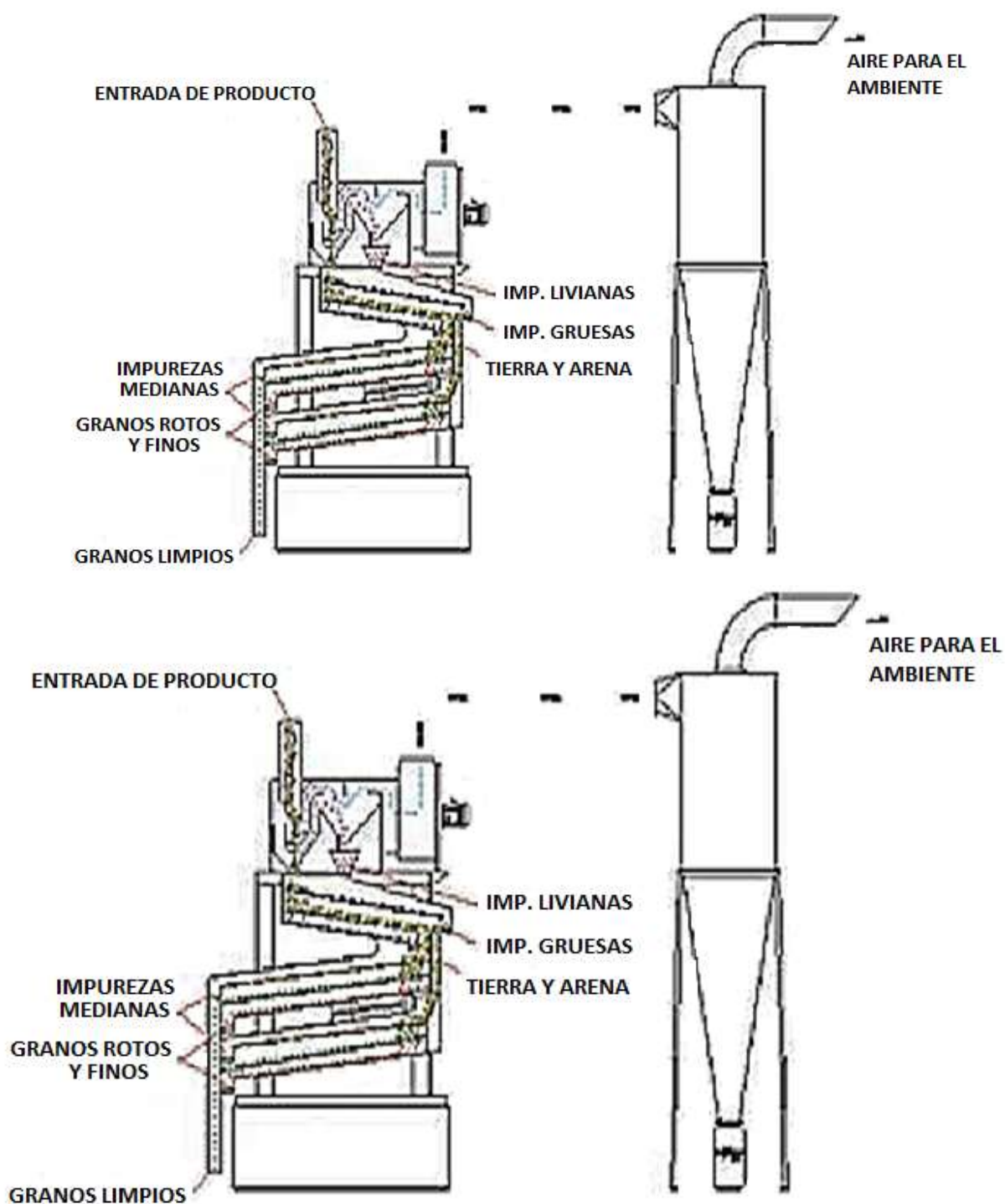
Luego que se logra el secado, el arroz es descargado por el mismo elevador de la secadora, hasta el silo de almacenamiento, por medio de un carro de despacho móvil (triper) los lotes son depositados en silos de almacenamiento, cuenta con sistema de aireación para mantener las condiciones de calidad del arroz donde reposa mínimo 42 horas para su posterior pilado. La planta cuenta con 10 silos con capacidad de almacenamiento de 80 TM, 8 silos con capacidad de 70 TM y 02 silos con capacidad de 40 TM.

## **2.10. Limpieza 2:**

Este proceso se realiza por la exposición de los granos a corrientes de aire y mallas cernidoras. Se emplea módulos compuestos de ventilador – aspirador, zarandas y cribas. De la Cinta Transportadora, pasa a un sinfín, el cual lleva el arroz en cáscara seco a través del Elevador N° 1 a la máquina Pre-limpia, y es aquí donde se despoja de las impurezas que quedaron del primer proceso de limpieza 1, el cual se expresa en 0.60% del peso ingresado; se usa la descascaradora de marca KEPLER WEBER ML60 (tecnología brasileña).

Las limpiadoras de zarandas utilizadas en la industria arroceras tienen normalmente tres cribas tal como se muestra en la Figura 20: La primera zaranda, desbrozadora, es normalmente una criba con perforaciones redondas para separar los objetos que sean

notoriamente más largos que el arroz. El arroz atraviesa las zarandas. La segunda zaranda, clasificadora, utiliza una malla con perforaciones oblongas o rectangulares para separar objetos que sean notoriamente más anchos que el arroz (arroz en espiga, maíz, soya). El arroz atraviesa la zaranda. La tercera zaranda, cernidora, normalmente cuenta con perforaciones redondas para remover objetos que sean notoriamente más cortos que el arroz. En esta última el arroz pasa sobre las zarandas.



*Figura 20:* Esquema de funcionamiento pre-limpiadora Kepler ML 60

### 2.10.1. Descascarado

Se utiliza dos descascaradoras marca Superbrix (tecnología colombiana), con una capacidad de 4.6. t/h cada una, las cuales se encargan de extraer la cascarilla del grano, que equivale a 20% del peso, el porcentaje de cascarilla puede variar dependiendo de la variedad; mediante un sistema de fricción con rodillos de goma, se gradúan de acuerdo a la variedad y flujo de arroz paddy, a una presión de  $\pm 40$ psi, se encuentra ensamblado a la separadora de cáscara (circuito), que tiene como función aspirar o separar las cáscaras del arroz moreno, un sinfín integrado en el circuito arrastra el subproducto (cascarilla), con la ayuda de ventiladores la expulsan hasta la tolva de desechos. (Anexo 7)

Con arroz de buena calidad se considera que un buen descascarado es aquel en el que se obtiene un 92% a 94% del arroz descascarado y un incremento en los granos partidos no superior a 2%. Naturalmente este último porcentaje depende en gran medida del buen trato que se dé al grano en el cultivo, en el proceso de secamiento y durante el almacenaje.

### 2.10.2. Separación/selección

Verticalmente se encuentra la mesa densimétrica o mesa paddy de marca Superbrix (tecnología colombiana) es utilizada con resultados excepcionales, en la separación de partículas de una misma forma, tamaño o peso. (Ver Anexo 8)

La descarga de grano de la descascaradora contiene una mezcla del arroz paddy no descascarado y de arroz descascarado. La separadora paddy selecciona, con base en las diferencias de densidad de los productos, el arroz descascarado y el paddy no descascarado. Se tiene como resultado 66.7 % de arroz descascarado, que tiene al proceso de pulido como siguiente paso.

**Martínez (1989)**, explica que “a causa del movimiento de vaivén, el grano es arrojado contra las paredes de la cámara y desde allí rebota de pared a pared. Los ángulos de rebote del arroz descascarado son distintos de los del no descascarado, en función de su diferente peso específico. Por este procedimiento y con ayuda de la inclinación de la mesa, el arroz descascarado específicamente más pesado, y el no descascarado más ligero, son transportados en dos direcciones opuestas, descargados de la máquina por separado”.

En una buena operación, el retorno de arroz descascarado en el paddy que no debe ser superior al 4% en peso y el paddy en el descascarado no superior a 3 ó 4 granos en 50 gramos. Cuando se trabajan con variedades puras, sin mezclas varietales, se pueden obtener rendimientos aún mejores.

La máquina selecciona el arroz en:

- Arroz integral: grano de arroz separado de la cáscara.



*Figura 21:* Arroz integral

- Arroz poco descascarado (retorna a tolva para mejorar sistema de descascarado)



*Figura 22:* Arroz poco descascarado

- Arroz nada descascarado (retorna al proceso de descascarado).



*Figura 23:* Arroz con cáscara (paddy)

### **2.10.3. Blanqueado/pulido**

Una de las primeras etapas en la preparación de los granos de arroz para el consumo humano es la remoción del pericarpio o salvado. El término molienda se aplica a

este proceso, aunque sería más preciso llamarlo blanqueo para distinguirlo del proceso total, también llamado molienda, que incluye limpieza, descascarado, blanqueado, clasificación por tamaño, etc. La estructura de un grano de arroz consiste de un núcleo duro de almidón (endospermo) y unas capas suaves de harina (salvado) que lo cubren, de tal manera que, desde el punto de vista físico, la acción de blanqueado depende básicamente de las diferencias en resistencia de los diferentes materiales. **(Sandoval, 2004.)**

En el proceso de blanqueado se busca ejercer una acción lo suficientemente fuerte para separar las capas blandas (salvado) sin que haya demasiado esfuerzo y demasiada presión que puedan dañar el endospermo.

- a) La moderna teoría del blanqueado del arroz clasifica en dos categorías el equipo utilizado: a. Equipos que blanquean el arroz por medio de abrasión (piedras). También caracterizados por someter al arroz a baja presión y girar a alta velocidad periférica. Realizan su trabajo por medio de efectos de desgastes y de corte principalmente generados por la acción de masas de esmeril que giran dentro de cámaras cerradas presionando al arroz contra las mallas produciéndose la separación del polvillo a través de las ranuras de la criba. Se usa pulidora de marca Bühler con capacidad de 12t/h. (ver Anexo 9)
- b) Equipos que blanquean por acción de fricción (agua) sobre los granos, de alta presión y baja velocidad periférica en los cuales la remoción de las capas de salvado del grano se consigue por medio de la fricción y fuerza de corte que se genera al frotar los granos entre sí y contra la superficie metálica de la masa pulidora. Se usa pulidora de marca Bühler con capacidad de 12t/h, presenta un sistema preciso de dosificación de agua. (Ver Anexo 10).

El proceso de blanqueado genera calor que aumenta la temperatura del grano, para que la remoción de harina sea efectiva es necesario que el arroz alcance una temperatura mínima, puesto que a bajas temperaturas el aceite que contiene el salvado es más viscoso y difícil de remover que cuando tiene mayor temperatura y la consiguiente menor viscosidad, de este proceso se obtiene un sub-producto llamado polvillo que equivale a 7.6% de peso total ingresado al proceso.

### **2.10.3.1. Polvillo**

El proceso de recuperación consiste en ciclones complementados, que sirven para recuperar las partículas más pequeñas evitando eliminarlas al medio ambiente.

Para el envasado se cuenta con un sin fin vertical que fuerza la entrada de harina en el saco por gravedad, los sacos utilizados son de polietileno color blanco, pesando 30 kg. (Anexo 11)

### **2.10.4. Zarandeo - Clasificador de Arroz Roto-Vaivén Modelo ZR**

El arroz pulido se clasifica de acuerdo a las exigencias del mercado, por tamaño, grosor y apariencia. La clasificación de mayor importancia para mejorar la apariencia del arroz es la separación de los trozos de tamaño menor a un cuarto del grano entero. Para realizar esta separación se utilizan zarandas de movimiento circular llamadas rotativas o rotovaivén, cuya acción energética asegura que el grano se distribuya en toda la superficie de criba disponible. (Ver Anexo 12). Se obtiene un sub producto llamado ñelen o semolina, el cual se envasa en sacos de polietileno por 50 kg y representa 2.0% del peso ingresado al inicio del proceso

### **2.10.5. Clasificación (Cilindros de alveolos)**

Cilindros alveolados tipo trieur, permite la separación de granos enteros y partidos, consta de 6 cilindros giratorios. Giran aproximadamente a 120 RPM, su disposición es ligeramente inclinada, cuenta con dos láminas superiores con perforaciones redondas de 4mm, para separar el arroz entero (Ver Anexo 13). En la parte inferior tiene una lámina con perforaciones redondas de 2.5mm para separar el quebrado pequeño (menor de  $\frac{1}{2}$  grano) (Ver Anexo 14). El producto intermedio que pasa sobre la malla de 2.5mm se considera revuelta pues lleva un poco de entero y otro poco de grano  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$ .

- $\frac{3}{4}$ : conformado por granos quebrados de una longitud de  $\frac{3}{4}$  la longitud de un grano completo, este subproducto es adicionado al producto terminado.
- $\frac{1}{2}$ : es el fragmento de grano cuya longitud es menor o igual que la mitad, pero mayor que la cuarta parte de la longitud media del grano entero correspondiente.

- Ñelen (puntilla): Lo conforman los granos quebrados menores a  $\frac{1}{4}$  de la longitud de la variedad del grano de mayor contraste.

Los cilindros Trieur o de alvéolos, se utilizan para clasificar arroz de acuerdo con su longitud, el tipo de trabajo que realiza un Trieur depende del tamaño de los alvéolos, velocidad y ángulo de la bandeja interna. Generalmente para conseguir separación efectiva, el diámetro de los alvéolos debe ser, por lo menos, 10% mayor que la longitud del material que se va a separar.

#### **2.10.6. Selección final**

Debido a las exigencias del mercado con respecto a la calidad del arroz, para mejorar la eficiencia y el servicio, la planta cuenta con una máquina de selección por color de marca Bühler, la cual se encarga de seleccionar granos por defectos de colores (yesoso, manchas negras, etc.), mediante un sistema de identificación por sensores U.V, la clasificación se programa de acuerdo a la calidad de arroz que se desea obtener, en el caso del yeso permite definir el tamaño mínimo del yeso (panza blanca) que va a ser aceptado. Los granos seleccionados son enviados a la tolva de envasado final y los granos rechazados son reenviados a la bandeja principal de la selectora para repetir el proceso de selección. Como resultado se obtiene un sub producto denominado descarte, el cual es envasado en cantidades de 50 kg/saco y representa 0.3% del peso total ingresado al proceso y 55.3% de arroz blanco como producto terminado.

Se utiliza una máquina de marca Bühler (Figura 24) con 4 secciones, de 64 canales por sección, lo que hace un total de 256 canales, 3 secciones de selección y 1 de repase, con una capacidad máxima de 6 ton/h.

#### **Descripción de la Selectora Sortex Bühler.**

- 1.- Sistema avanzado de la inspección, detección de los defectos por color y material extraño.
- 2.- Iluminación LED de banda ancha.
- 3.- Sistema de alimentación de alta capacidad.
- 4.- Pantalla con tecnología Smarteject, permite programar los parámetros por marca, de cada producto a seleccionar.
- 5.- Botones indicadores de posibles fallas dentro del sistema de selección.



- 6.- Variaciones de luz de acuerdo al programa que realiza (calibración, limpieza, selección)
- 7.- Re-selección simultánea, maximiza la recuperación de producto bueno para lograr el más alto de rechazo concentrado (descarte)
- 8.- Gabinetes ópticos y de control, protección contra la entrada de polvo.
- 9.- Acceso remoto para el monitoreo en tiempo real, es para uso exclusivo de los técnicos de la marca Bühler, permite el acceso a la maquina desde cualquier lugar del mundo.
- 10.- Bajo consumo de aire y energía, reduce costos operativos.
- 11.- ATEX, certificado para su uso en entornos peligrosos.



*Figura 24:* Selectora Bühler

#### **2.10.7. Ensacado y/o envasado/ pesado y sellado.**

Se realiza en sacos de polietileno de acuerdo a las exigencias en parámetros y calidad que se ajusta el lote procesado, con respecto a grado y calidad del arroz, puede ser popular, corriente, superior o extra; pesados en una balanza electrónica con peso exacto de 49 kg para después ser cosidos con una cosedora eléctrica marca FISCHBEIN modelo F y SIRUBA AA6 con hilo pabilo para el almacenamiento y transporte. Las marcas de envase se clasifican de acuerdo al grado y tipo de grano con los parámetros indicados en la Tabla (5 y 6)

**Tabla 5***Clasificación de envases de acuerdo al grado y tipo de grano*

Tipo de grano Grado	GRANOS SUAVES	GRANOS DUROS
	Marca de envasado	
Extra	La Ricotona	American rice
Superior	La Charapita	Gran Pajatén
Corriente	Acuarela de colores	Karibeña, Marquéz
Popular	Casserita	Dragón

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6***Porcentaje de envasado final por marca y tipo de grano, ver Anexo 1*

TIPO DE GRANO	MARCA	PORCENTAJE DE QUEBRADO
Grano suave	La Ricotona	6-12
	La Charapita	13-15
	Acuarela de colores	17-20
	Casserita	20 a más
Grano Duro	American rice	6-8
	Gran Pajatén	10-12
	Karibeña, Marquéz	13-18
	Dragón	19 a más

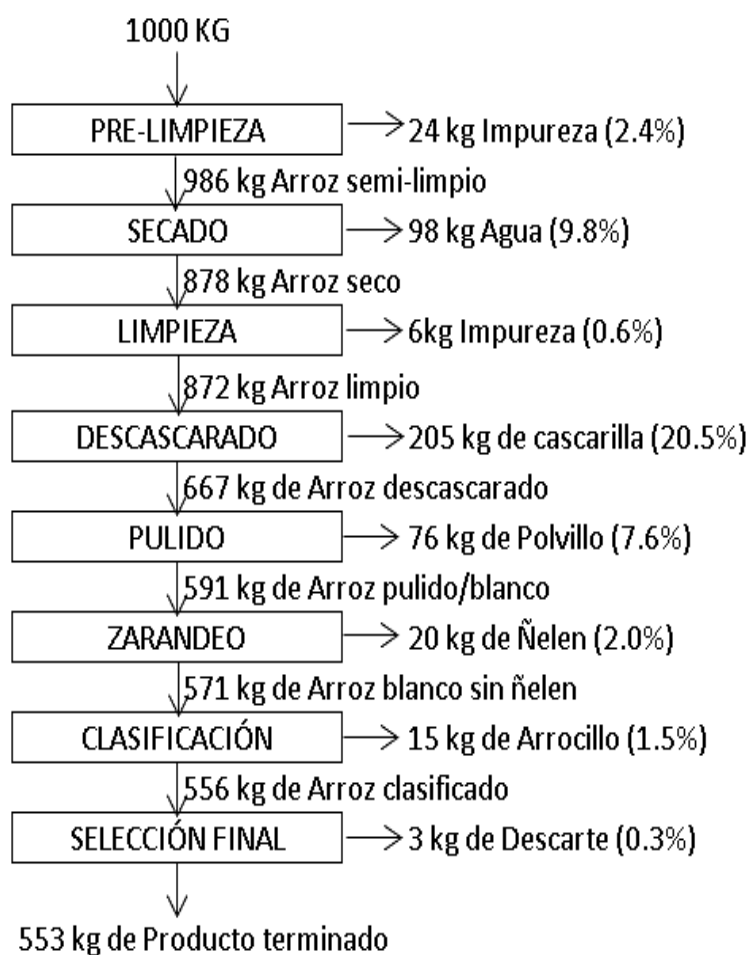
Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Balance de materia

Se realiza el balance de materia para cuantificar que han ingresado y egresado del proceso productivo. Para el proceso de pilado de 1tm de arroz cáscara se observa las siguientes salidas y entradas (Figura 25)



**Figura 25:** Balance de materia para la producción de arroz pilado (Elaboracion propia)

#### 3.2. Recepción de arroz en cáscara

Para la recepción del arroz en cáscara se utilizan el formato del Anexo 15. Se observa en la Tabla 7 los datos de 20 muestras recepcionadas e inspeccionadas, consignando los siguientes datos en la ficha de recepción de arroz cáscara:

- Cantidad de arroz ingresado (kg)
- %H: porcentaje de humedad del lote fresco.
- %I: porcentaje de impureza obtenido del análisis de calidad.
- %R: rendimiento obtenido del análisis de calidad.
- %Q: % de quebrado obtenido del análisis de calidad.

**Tabla 7***Control en ingresos de arroz cáscara*

Nº MUESTRA	CANTIDAD (Kg)	VARIEDAD	HUMEDAD (%)	IMPUREZA (I)	RENDIMIENTO (R)	QUEBRADO (%Q)
1	24630	ESPERANZA	16.8	6	58.5	21.5
2	32726	PLAZAS	23.6	4.5	62.25	17.5
3	74280	FERON	22.7	7.37	57.8	19.87
4	56300	FERON	19.2	7.5	58.5	22
5	16710	SAN MARTIN	21.6	7.5	58	26
6	22120	FERON	18.7	5	60	19
7	27630	FERON	20.6	6.7	58.75	23
8	16510	SAN MARTIN	23.5	4.5	59.5	21
9	22294	PLAZAS	20.6	3.75	63.5	19.5
10	136340	ESPERANZA	23.2	4.8	61.22	21.8
11	18120	SANTA BARBARA	20.6	5.6	59.9	23.3
12	73800	ESPERANZA	21.3	8	57.5	20
13	20310	FERON	16.7	6.5	59.25	21.5
14	17860	ESPERANZA	21.8	4	61	21.5
15	22130	SAN MARTIN	20.8	4.25	60.25	19
16	31540	FERON	20.6	5.3	60.5	21.5
17	32220	ESPERANZA	26.8	5	57.5	20
18	71830	FERON	25.9	9.2	55.2	23
19	158760	FERON	23.2	8.22	56.72	20.7
20	43810	ESPERANZA	21.3	7.5	58.75	17.75

Fuente: Elaboración propia

Se observa un rango en humedades de ingreso entre 16 y 26 % de los cuales se obtuvieron mediante la medición en el higrómetro, porcentaje de impureza 3 a 10 %, el rendimiento entre 55.2 el mínimo y 63.5 el máximo, se obtiene rendimiento de 55.2=11.4 sacos/TM (arroz blanco + subproductos) , 63.5 = 12.7 sacos/TM (arroz blanco + subproductos), subproductos (arrocillo, descarte, Ñelen) excluyendo el polvillo por solo tratarse de fibra y no arroz, el porcentaje de quebrado puede ser un dato variable ya que influye el tratamiento del arroz durante el cultivo en campo, condiciones climáticas de cosecha y el

tratamiento que se dé durante el proceso de secado, la humedad de ingreso, los datos obtenidos de quebrado fueron de 17.5 mínimo y 26 máximo, en este último influye la humedad de cosecha, cuando es mayor de 25% o menor de 17% el % de quebrado tiende a ser mayor, ya que la consistencia del grano es menor.

### 3.3. Análisis proceso de secado

Se observa en el Anexo 16 la ficha de control del proceso de secado.

En la Tabla 8, se registran lotes que se inspeccionaron durante el proceso de secado, tomando nota de los siguientes datos:

- N°: Identificación de lotes analizados.
- Q: cantidad de arroz ingresado al proceso de secado.
- Hi: humedad tomada al iniciar el proceso de secado.
- t: tiempo de duración del proceso de secado
- Hf: humedad final, tomada al finalizar el proceso de secado.
- T°: temperatura de secado

**Tabla 8**

*Control del proceso de secado.*

N° MUESTRA	CANTIDAD (Kg)	VARIEDAD	HUMEDAD INICIAL (%)	HUMEDAD FINAL (%)	TIEMPO DE SECADO (HORAS)	T° DE SECADO (°C)
1	24630	ESPERANZA	16.8	13	4	49
2	32726	PLAZAS	23.6	12.5	11	47
3	74280	FERON	22.7	11.2	12	44
4	56300	FERON	19.2	11.2	8	44
5	16710	SAN MARTIN	21.6	12	10	45
6	22120	FERON	18.7	11.2	8	46
7	27630	FERON	20.6	11	10	47
8	16510	SAN MARTIN	23.5	12	11	50
9	22294	PLAZAS	20.6	12.3	8	46
10	136340	ESPERANZA	23.2	13.8	10	45
11	18120	SANTA BARBARA	20.6	13.6	7	46
12	73800	ESPERANZA	21.3	13	8	47
13	20310	FERON	16.7	11.3	6	49
14	17860	ESPERANZA	21.8	13	9	45
15	22130	SAN MARTIN	20.8	12.4	9	46
16	31540	FERON	20.6	11.3	10	46
17	32220	ESPERANZA	26.8	13.4	14	47
18	71830	FERON	25.9	11.5	15	46
19	158760	FERON	23.2	11.4	12	46
20	43810	ESPERANZA	21.3	13.3	8	47

Fuente: Elaboración propia

Se muestra el control de secado, en el cual se registran las horas de duración del proceso por cada lote, la disminución de un punto en humedad es proporcional a 1 hora de secado. En la duración del secado influye el porcentaje de humedad inicial y la variedad del arroz, la tabla nos muestra que variedad de arroz esperanza tiene 2 horas menos de secado que en lotes de variedad Ferón ya que el porcentaje de humedad final es variable; Ferón = 11% y Esperanza = 13%.

### **3.4. Análisis del proceso de maquila**

En el Anexo 17 se observa la ficha de control del proceso de maquila, en la Tabla 9 se registraron datos de 20 lotes de arroz que fueron procesados e indican los siguientes datos:

- Volumen a pilar: cantidad de sacos a procesar.
- Secadora/ silo
- Humedad antes del proceso de pilado
- % Q : Quebrado durante la maquila.
- % Q envasado: Quebrado en el envasado.
- Logotipo: de acuerdo a grado y clase y variedad.
- % Rf: rendimiento final del lote procesado.

En esta ficha se registran los datos del proceso de pilado, recopila información del proceso de ingreso y secado, permite comparar las diferencias de humedad, quebrado y rendimiento inicial con respecto al final. Se maneja margen de error de  $\pm 0.2$  con respecto al rendimiento final en el proceso de pilado.

**Tabla 9***Control del proceso de maquila*

Lote	Volumen a pilar (Sacos)	Secadora /silo	Humedad	% de Q durante la maquila	% de Q envasado	Logotipo	% Rf
1	341	V-12	12.8	27.7	18	CASSERITA	12.2
2	484	P-05	13.9	22	13	ACUARELA	12.19
3	1000	P-10	11.3	24	15	VIDARROZ	11.36
4	780	K-4	13.1	26	18	DRAGON	11.68
5	258	K-06	14.5	44	22	CASSERITA	11.33
6	300	K-09	12	20	17	DRAGON	12
7	379	K-03	12	24	16	KARIBEÑA	11.98
8	220	V-12	14	21	15	CASSERITA	11.79
9	311	P-12	13.2	22	14	ACUARELA	12.5
10	2750	P-10/07/03	13.8	21	14	ACUARELA	11.83
11	2415	K-07/11/08	13.6	31	18	CASSERITA	11.96
12	341	V-12	13.8	34	22	CASSERITA	11.78
13	270	V-11	12.1	25	17	DRAGON	11.9
14	240	V-12	14.5	19	16	CASSERITA	12.1
15	332	P-12	14.1	21	15	CASSERITA	11.99
16	420	K-05	11.9	21	14	VIDARROZ	12.2
17	445	P-03	14.5	27	17	CASSERITA	11.3
18	965	K-10	12.1	16	14	DRAGON	11
19	2115	K-5/7/9	11.9	20	15	VIDARROZ	11.4
20	590	P-09	14	15	13	ACUARELA	11.93

Fuente: elaboración propia.

**3.5. Envasado según clase, grado y variedad.**

En el envasado de arroz procesado influye la variedad, clase y grado del arroz, en la clase de granos largos tenemos las variedades de Ferón, Conquista, Capirón; siendo la variedad Conquista con mayor rendimiento ya que el peso de cascara es menor al del Ferón y Capirón. En la Figura 26, 27 y 28 se muestran los parámetros respectivos de envasado.

<b>Clase</b>	<b>Grano largo</b>
<b>Grado</b>	<b>1 - Extra</b>
<b>Humedad</b>	<b>12 ± 0.5%</b>
<b>Granos rojos</b>	<b>0.0% máx.</b>
<b>Materia Extraña</b>	<b>0.15% máx.</b>
<b>Mezcla varietal</b>	<b>2.5% máx</b>
<b>Quebrado</b>	<b>5.0%</b>
<b>Granos tizosos Totales</b>	<b>2.0%</b>
<b>Granos tizosos parciales</b>	<b>5.0%</b>
<b>Granos dañados</b>	<b>0.0% máx</b>

**Figura 26:** Parámetros de envasado (grano largo – extra)

<b>Clase</b>	<b>Grano largo</b>
<b>Grado</b>	<b>2 - Superior</b>
<b>Humedad</b>	<b>12 ± 0.5%</b>
<b>Granos rojos</b>	<b>0.5% máx.</b>
<b>Materia Extraña</b>	<b>0.25% máx.</b>
<b>Mezcla varietal</b>	<b>5.0% máx.</b>
<b>Quebrado</b>	<b>15.0%</b>
<b>Granos tizosos Totales</b>	<b>4.0%</b>
<b>Granos tizosos parciales</b>	<b>10.0%</b>
<b>Granos dañados</b>	<b>0.5% máx.</b>

*Figura 27:* Parámetros de envasado (grano largo – superior)

<b>Clase</b>	<b>Grano Largo</b>
<b>Grado</b>	<b>3 - Corriente</b>
<b>Humedad</b>	<b>12 ± 0.5%</b>
<b>Granos rojos</b>	<b>2.0% máx.</b>
<b>Materia Extraña</b>	<b>0.35% máx.</b>
<b>Mezcla varietal</b>	<b>15.0% máx.</b>
<b>Quebrado</b>	<b>18.0%</b>
<b>Granos tizosos Totales</b>	<b>8.0%</b>
<b>Granos tizosos parciales</b>	<b>20.0%</b>
<b>Granos dañados</b>	<b>2.0% máx.</b>

*Figura 28:* Parámetros de envasado (grano largo – corriente)

En la clase de granos cortos tenemos las variedades de Esperanza, Valor, Plazas, San Martín, Santa Bárbara.; siendo la Var. Esperanza con mayor rendimiento ya que el peso de cascara es menor al de las demás variedades mencionadas. En la Figura 29, 30 y 31 se muestran los parámetros respectivos de envasado.

<b>Clase</b>	<b>Grano corto</b>
<b>Grado</b>	<b>1 - Extra</b>
<b>Humedad</b>	<b>13 ± 0.5%</b>
<b>Granos rojos</b>	<b>0.0% máx.</b>
<b>Materia Extraña</b>	<b>0.15% máx.</b>
<b>Mezcla varietal</b>	<b>2.5% máx.</b>
<b>Quebrado</b>	<b>5.0%</b>
<b>Granos tizosos Totales</b>	<b>2.0%</b>
<b>Granos tizosos parciales</b>	<b>5.0%</b>
<b>Granos dañados</b>	<b>0.0% máx.</b>

*Figura 29:* Parámetros de envasado (grano corto – extra)

<b>Clase</b>	<b>Grano corto</b>
<b>Grado</b>	<b>2 - Superior</b>
<b>Humedad</b>	<b>13 ± 0.5%</b>
<b>Granos rojos</b>	<b>0.5% máx.</b>
<b>Materia Extraña</b>	<b>0.25% máx.</b>
<b>Mezcla varietal</b>	<b>5.0% máx.</b>
<b>Quebrado</b>	<b>15.0%</b>
<b>Granos tizosos Totales</b>	<b>4.0%</b>
<b>Granos tizosos parciales</b>	<b>10.0%</b>
<b>Granos dañados</b>	<b>0.5% máx.</b>

*Figura 30:* Parámetros de envasado (grano corto – superior)



<b>Clase</b>	<b>Grano Corto</b>
<b>Grado</b>	<b>3 - Corriente</b>
<b>Humedad</b>	<b>13 ± 0.5%</b>
<b>Granos rojos</b>	<b>2.0%</b>
<b>Materia Extraña</b>	<b>0.35% máx.</b>
<b>Mezcla varietal</b>	<b>16.0% máx.</b>
<b>Quebrado</b>	<b>18.0%</b>
<b>Granos tizosos Totales</b>	<b>9.0%</b>
<b>Granos tizosos parciales</b>	<b>20.0%</b>
<b>Granos dañados</b>	<b>2.0% máx.</b>

*Figura 31:* Parámetros de envasado (grano corto – corriente)

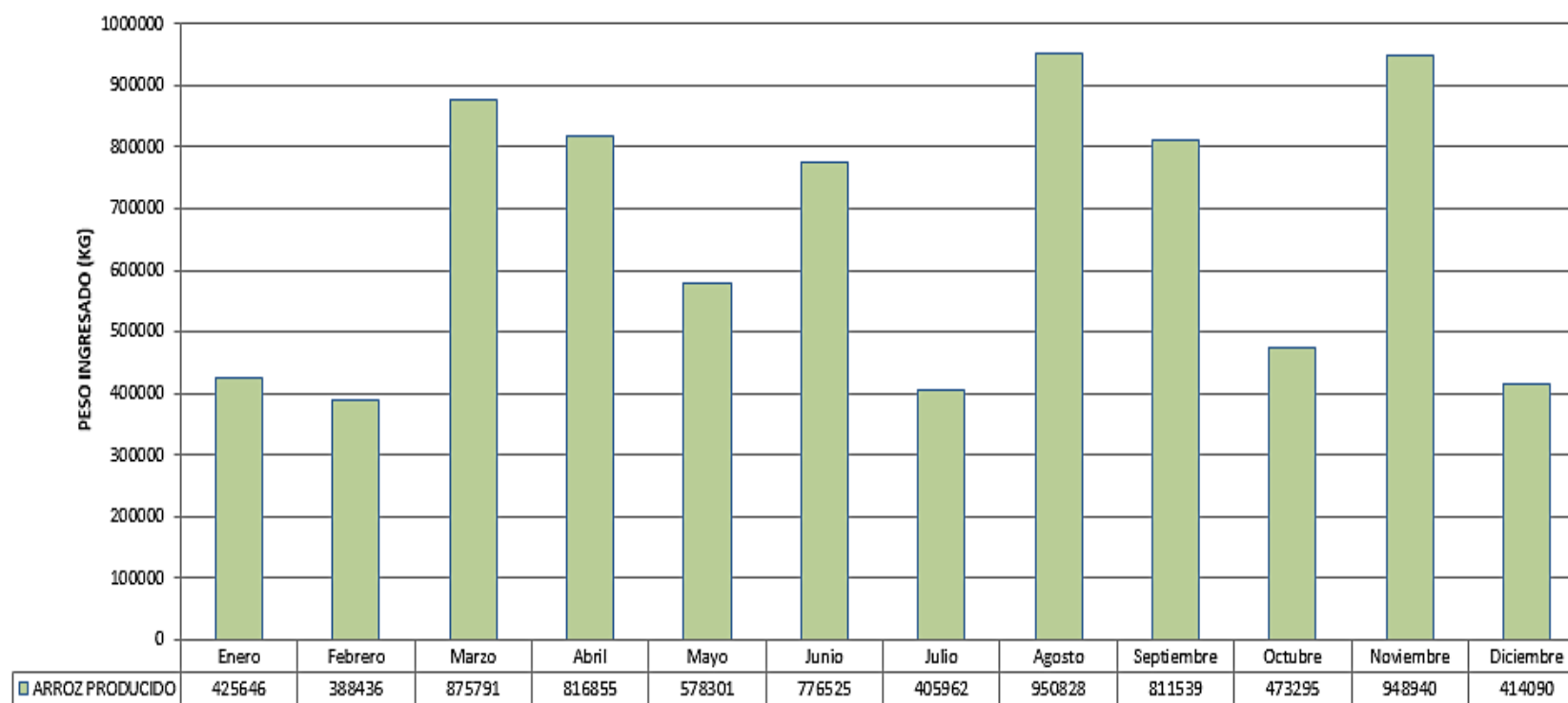
### 3.6. Análisis de la producción de arroz en los años 2017 y 2018

En la Tabla 10 se muestra la producción de arroz en la empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C durante el año 2017, excluyendo la impureza, cascarilla y subproductos (Ñelen y arrocillo) se obtiene el peso en arroz blanco, tomando este peso total producido, el cual se muestran los resultados ilustrados en la Figura 32.

**Tabla 10***Producción de arroz pilado en la empresa Agroindustrias San Hilarión (2017)*

Mes	Producción de arroz pilado en la empresa Agroindustria San Hilarión S.A.C (2017)						
	Arroz Cáscara		Impureza (7.52%)	Cascarilla (22.5%)	Polvillo (10%)	Ñelen (1.98%)	Arrocillo (4.5%)
	sacos	Peso(kg)	kg	kg	kg	kg	kg
Enero	11050	795600	5982912	179010	79560.0	15752.9	35802.0
Febrero	10084	726048	5459880.96	163361	72604.8	14375.8	32672.2
Marzo	22736	1636992	12310179.84	368323	163699.2	32412.4	73664.6
Abril	21206	1526832	11481776.64	343537	152683.2	30231.3	68707.4
Mayo	15013	1080936	8128638.72	243211	108093.6	21402.5	48642.1
Junio	20159	1451448	10914888.96	326576	145144.8	28738.7	65315.2
Julio	10539	758808	5706236.16	170732	75880.8	15024.4	34146.4
Agosto	24684	1777248	13364904.96	399881	177724.8	35189.5	79976.2
Septiembre	21068	1516896	11407057.92	341302	151689.6	30034.5	68260.3
Octubre	12287	884664	6652673.28	199049	88466.4	17516.3	39809.9
Noviembre	24635	1773720	13338374.4	399087	177372.0	35119.7	79817.4
Diciembre	10750	774000	5820480	174150	77400.0	15325.2	34830.0

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 32:** Producción de arroz pilado en la empresa Agroindustrias San Hilarión – 2017 (Elaboración propia)

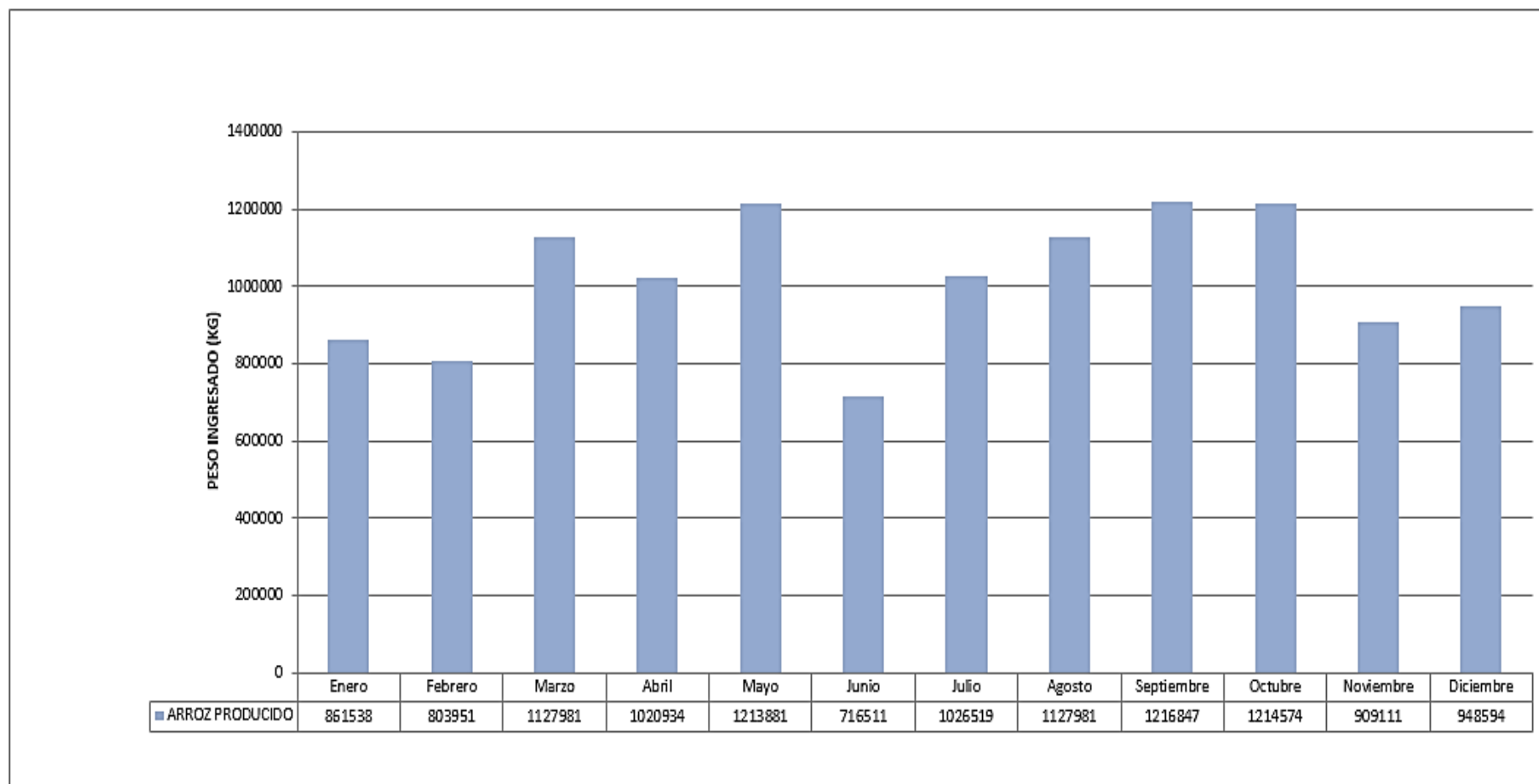
- En la Figura 32, se puede observar que durante los meses de Enero, Febrero, Julio y Diciembre, la producción mensual procesada no supera los 10000 sacos esto debido a que hubo poca recepción de arroz cáscara y además no se implementaba con máquinas especializadas como la descascaradora y selectora que mejoran el rendimiento de la producción de arroz pilado.
- Durante los primeros 4 meses del año la campaña se denomina baja, debido a que las épocas de lluvia afectan los cultivos, obteniendo como resultado lotes de mala calidad molinera y bajo rendimiento, tanto en campo como en el proceso de pilado.
- La variación en la cantidad de cascarilla que se observa en los meses de Marzo, Agosto y Noviembre se debe a la producción de una variedad específica en el valle, que vendría a ser el Fedearroz 60, más conocido como Ferón, esta variedad es característica por tener la cascarilla con mayor peso en comparación con la variedad INIA 509 – La Esperanza o su sucesora hp 101- plazas.
- La cantidad final de polvillo varía de acuerdo al porcentaje de quebrado que presenta el lote, a mayor % de quebrado, mayor obtención de polvillo, ya que el arroz al pasar por las pulidoras (fricción y abrasión) desprenden las puntillas que mediante el sistema de succión, tiene como destino final, la línea de envasado de polvillo, es por eso que este tiene mayor peso.
- La obtención de arrocillo y Ñelen, está ligada directamente proporcional al porcentaje de quebrado, a mayor quebrado, mayor despuntado, influye mucho la marca de envasado que tendrá el lote.

En la Tabla 11, se muestra la producción de arroz en la empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C durante el año 2018, con la implementación de la nueva descascaradora y selectora se observa un incremento en la producción, los resultados son ilustrados en la Figura 33.

**Tabla 11***Producción de arroz pilado en la empresa Agroindustrias San Hilarión (2018)*

Producción de arroz pilado en la empresa Agroindustria San Hilarión S.A.C (2018)								
Mes	Arroz Cáscara		Impureza (7.52%)	Cascarilla (22.5%)	Polvillo (10%)	Ñelen (1.98%)	Arrocillo (4.5%)	Arroz superior (53.5%)
	sacos	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
Enero	22366	1610352	12109847	362329	161035	31885	72466	861538
Febrero	20871	1502712	11300394	338110	150271	29754	67622	803951
Marzo	29283	2108376	15854988	474385	210838	41746	94877	1127981
Abril	26504	1908288	14350326	429365	190829	37784	85873	1020934
Mayo	31513	2268936	17062399	510511	226894	44925	102102	1213881
Junio	18601	1339272	10071325	301336	133927	26518	60267	716511
Julio	26649	1918728	14428835	431714	191873	37991	86343	1026519
Agosto	29283	2108376	15854988	474385	210838	41746	94877	1127981
Septiembre	31590	2274480	17104090	511758	227448	45035	102352	1216847
Octubre	31531	2270232	17072145	510802	227023	44951	102160	1214574
Noviembre	23601	1699272	12778525	382336	169927	33646	76467	909111
Diciembre	24626	1773072	13333501	398941	177307	35107	79788	948594

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 33:** Producción de arroz pilado en la empresa Agroindustrias San Hilarión – 2018 (Elaboración propia)

- En la Figura 33, se puede observar que la producción en el mes de Mayo y Septiembre asciende los 26000 sacos, esto es un indicio claro que el aumento de las dos máquinas (descascaradora y selectora) dentro de la línea productiva, se tuvo como resultado un incremento de producción dentro de las horas laborables establecidas. Lo cual es beneficioso para la empresa ya que se obtiene mayores utilidades.
- El incremento en el ingreso de materia prima durante el año favoreció a la producción ya que suplió la demanda que se tiene con la implementación de las maquinarias adicionadas al proceso, el abastecimiento de materia prima se debe a que la empresa cuenta con personal capacitado para captar lotes potenciales de compra.

En la Tabla 12 se observa el incremento de sacos en la producción del año 2018 con respecto al 2017. En el mes de Junio y Noviembre, la producción del año 2018 es menor al del 2017 debido a ciertos inconvenientes que se presentaron en planta (mantenimiento y corte de energía).

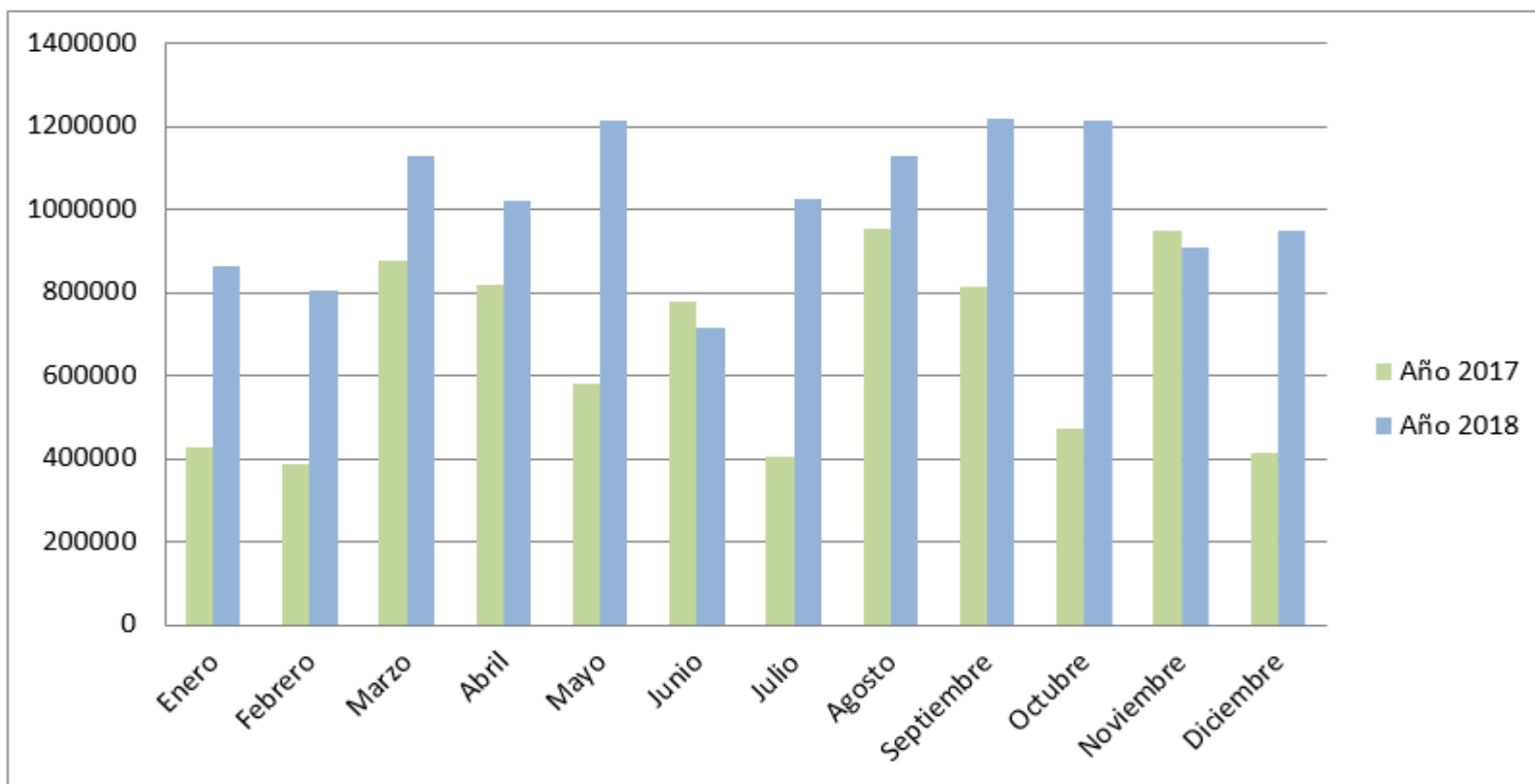
**Tabla 12***Resumen final de arroz procesado durante los años 2017 y 2018*

Mes	Produccion2017	Produccion 2018	Diferencia de kilogramos
Enero	425646	861538	435892
Febrero	388436	803951	415515
Marzo	875791	1127981	252190
Abril	816855	1020934	204079
Mayo	578301	1213881	635580
Junio	776525	716511	-60014
Julio	405962	1026519	620557
Agosto	950828	1127981	177153
Septiembre	811539	1216847	405308
Octubre	473295	1214574	741279
Noviembre	948940	909111	-39829
Diciembre	414090	948594	534504

Fuente: Elaboración propia

La comparación de producciones es ilustrada en la Figura 34, se tomaron los datos de la Tabla 10 y 11, Se puede observar un incremento en la producción de arroz pilado, aun siendo el mes de Junio y Noviembre (2018) con resultados por debajo, debido a que la empresa se encontraba en mantenimiento de maquinarias, la producción anual compensa estas pérdidas durante los 2 meses mencionados.





**Figura 34:** Resumen final de producción de arroz pilado (Periodo 2017-2018). (Fuente: Elaboración propia).

## CONCLUSIONES

- a. El secado a alta temperatura produce un grano de baja calidad muy susceptible a la rotura, gran porcentaje de granos cuarteados, baja calidad de molienda, baja calidad para su uso final. Siendo la óptima temperatura de secado manejado por la empresa de 45-55°C.
- b. El contenido de humedad, con el que ingresan los lotes de arroz transportados por los productores de preferencia deben estar en un rango de 20-24 % , ya que un porcentaje mayor a 25% implica pérdidas en rendimiento y las horas de secado se incrementarían, pero si es menor, favorecería en peso y pero el grano perdería calidad molinera.
- c. Durante el proceso de pilado, la limpieza del producto influye en la producción por hora de sacos que pueda generar las planta. Actualmente se cuenta con una pre-limpia que provee producto seco con porcentaje de impureza bajo (4%), facilitando el flujo de carga en la maquinaria y proporcionalmente aumentando de 8640 a 9360 TM/hora.
- d. La producción de la empresa Agroindustria San Hilarión se mantuvo menor de la producción del año 2018, debido a que el en año 2017 no se contaba con los equipos obtenidos posteriormente como una descascaradora y selectora industrial, los cuales ayudaron a mejorar la productividad del arroz en la empresa, satisfaciendo de mejor manera a los clientes internos como externos de la empresa.
- e. La línea de producción del arroz pilado son de las marcas, American Rice, Gran Pajatén, Vidarroz, La Karibeña, Marquez, La Ricotona, La Charapita, Acuarela del arroz, las mismas que son comercializadas a mercados local regionales y nacionales, con buena acogida y prestigio en la empresa, diferenciándose cada una por variedad, clase y grado, teniendo como marcas de arroz extra en grano largo American Rice; en grano corto La Ricotona; arroz superior en grano largo Gran Pajatén y Vidarroz; en grano corto La Charapita; arroz corriente en grano largo La Karibeña y Marquéz; en grano corto Acuarela del arroz.

- f. Los rendimientos obtenidos durante el proceso de pilado varía de acuerdo a la variedad a procesar, la humedad de ingreso, el % de impureza y el % de quebrado; las variedades con presencia de mayor rendimiento es Conquista y Esperanza, ya que el peso de la cáscara es menor al Ferón; Conquista 20.5% y Ferón con 22.5% de peso en cáscara respectivamente.
- g. El trabajo es rutinario en todo el año, sin embargo se obtuvo enriquecedoras experiencias durante el desarrollo de las labores en la empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C, y así mismo se aplicaron conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Agroindustrial, los aportes profesionales son aplicados diariamente en el registro de datos, compra de arroz cáscara y posterior verificación de rendimientos al finalizar el proceso de pilado.

## RECOMENDACIONES

- a) Implementar la instalación de silos pulmón; para minimizar el principal problema durante la época de campaña, la capacidad de ingreso sobrepasa a la del almacén de materia prima, los lotes con ingreso en granel sufren cambios químicos y físicos debido al tiempo de demora que se presenta para el acondicionamiento del arroz cáscara, presentando pardeamiento no enzimático del grano y bajando la calidad final del producto.
- b) Automatizar los paneles de control del proceso de secado, los cuales ayudarán a mantener estandarizado la temperatura durante el proceso, para evitar variaciones, ya que en estas se produce gasto de energía y la degradación del producto y también de la maquinaria.
- c) Adquirir balanzas automáticas, que están programadas para un peso exacto y uniforme de 49 Kg la cual facilitaría el envasado de peso exacto y reducción de tiempo durante este proceso.
- d) Implementar en el proceso de pilado, una despedregadora, para facilitar la extracción de objetos extraños (piedras, vidrio, etc.) del producto final, en la empresa aún se produce el secado natural y en estos lotes se presenta mayor incidencia de objetos no permitidos para el consumo humano. Agroindustrias San Hilarión S.A.C cuenta con una máquina embolsadora, que no se encuentra integrada dentro de la línea de producción, se recomienda agilizar la instalación para generar nuevos ingresos, mayor comercialización de las marcas de arroz pilado en presentaciones de 1, 5 o 25 kg.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGLADETTE, A. (1969).** El arroz. Primera edición. Editorial Blume. Barcelona, España. 867 p.
- BECHTEL, D.B. Y POMERANZ, Y. (1978).** “Implication of the rice kernel structure in storage, marketing and processing: a review”.UK.
- CASTILLO NIÑO, A. et al. (1999).** IV Seminario Taller Actualización en Secamiento y Molinería de Arroz. Santa Fe de Bogotá.
- DATTA, S. (1986).** Producción de arroz, fundamentos y prácticas. Limus, México. P.341-393
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación, IT).** (2009). La Agricultura mundial en la perspectiva del año 2050: como alimentar el mundo en el 2050.p.1-4
- GAVIAGRO SAS (2011).** Control de calidad de granos, Colombia
- GONZALES, H. (1969).** Calidad molinera. Curso de capacitación sobre el cultivo de arroz. Ministerio de Agricultura. Programa Nacional de Arroz. Lambayeque, Perú.p.505-513.
- HERNÁNDEZ, J. (1982).** Fito mejoramiento y principales cultivares. En: Curso de adiestramiento en producción de arroz. Proyecto Nacional de investigación de arroz. Lambayeque, Perú. Estación experimental Vista Florida, pp. 74-116.
- HEROS. E. (2012).** Manual Técnico del Manejo Integrado del Arroz. Ed. B. Olaya Printed. Perú.p 22-26.
- HIDALGO, R. Y POZZOLO O. (2013).** Más grano entero y mayor capacidad de secado de las plantas de acopio. Tempering en ARROZ. Informe Técnico. Facultad de Ciencias Agrarias- Instituto de Ingeniería Rural. 4p.
- IRRI. (1986).** Rice Genetics Proceedings of the international rice genetics symposium, Manila, Philippines. 932p.
- JULIANO, B. O. (1994).** El Arroz en la Nutrición Humana. Colección FAO:Alimentación y Nutrición, N°26 Roma – Italia.
- MARTÍNEZ, C. (1989).** Evaluación de la Calidad Culinaria y Molinera del Arroz. Tercera Edición. Guía de estudio del CIAT. Cali - Colombia.
- MINAG (2012).** El arroz, principales aspectos de la cadena agro productiva. Disponible en

<http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomiaarroz.pdf>

**OFICINA DE ESTUDIOS ECONOMICOS Y ESTADISTICAS – OEE DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA – MINAG (2017).** Series Históricas de Producción Agrícola - Compendio Estadístico, Perú.

**MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO (MIDA). (2005).** Guía Técnica para el Manejo Integrado, Panamá

**MINISTERIO DE SALUD DEL PERÚ (2009)** Tablas Peruanas De Composición De Alimentos Centro Nacional De Alimentación Y Nutrición Instituto Nacional De Salud Lima-Perú

**MUÑOZ, R. (1990).** Manejo Postcosecha de Arroz. In II Curso Internacional de Arroz- INIA-CIAT-INDAP. Chillan, Chile. 28 p

**NORMA TÉCNICA PERUANA. (2014).** Arroz. Arroz Elaborado. Requisitos. NTP 205.011. INDECOPI. 2014 (en línea). Lima, Perú. Consultado 17 may. 2017. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/310497840/NTP-205-011-1>

**OSPINA MACHADO, J. E. (2001).** Características Físico Mecánicas y Análisis de Calidad de Granos. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.

**PEÑA, R; ÁVILA, C; HERNÁNDEZ, A. (1983).** Madurez óptima para la cosecha y su influencia sobre los rendimientos agrícolas e industriales de las variedades de arroz J-104 y J-112. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Arroz 6(2): 55-71.

**ROJAS, S. (2015).** “Producción de arroz”, CENTRO DE ESTUDIOS: Universidad de San Martín de Porres: FACULTAD: Ciencias Administrativas y recursos Humanos. ESCUELA: Administración, Lima-Perú

**SALAZAR, R. (1986).** Arroz, Calidad molinera. ECASA-CIPA XVIII. Boletín Técnico. Pucallpa. 12p.

**SANDOVAL, L, C. (2004).** Proceso de pilado de arroz. Banco Wiese. Dpto. Estudios Económicos.

**STRASBURGER, E. (1986).** Botánica. Séptima edición española. Editorial Martín S.A. Barcelona, España. 1098 p.

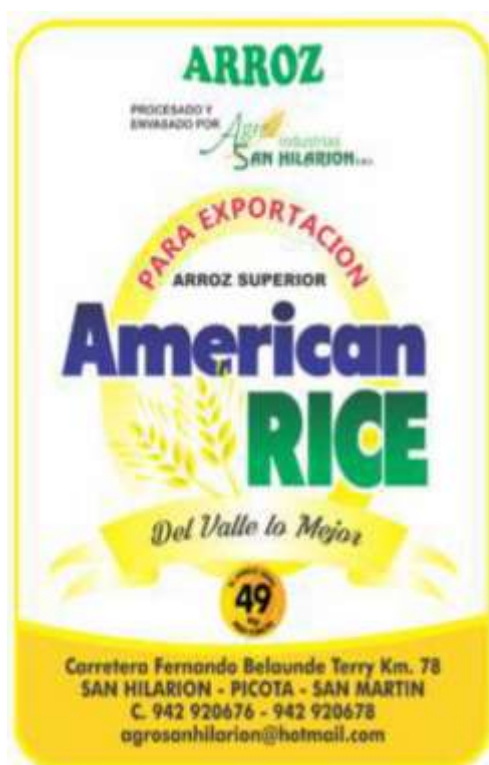
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, (2003).** - FACULTAD DE MEDICINA - DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN. Colombia

**VERGARA, R. (1982).** Métodos de siembra de arroz en zonas irrigadas. Trujillo. Sub-estación experimental del Jequetepeque. 160 – 195 p.

## **ANEXOS**

### Anexo 1:

Tipos de marcas de presentación de arroz por la Empresa Agroindustrias San Hilarión SAC.



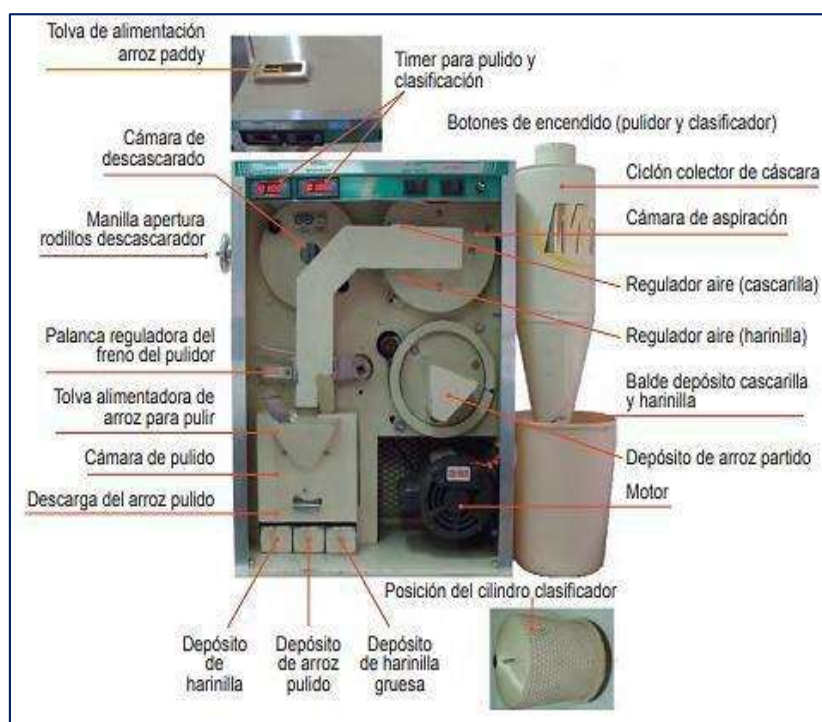




### Anexo 2: Medidor de humedad

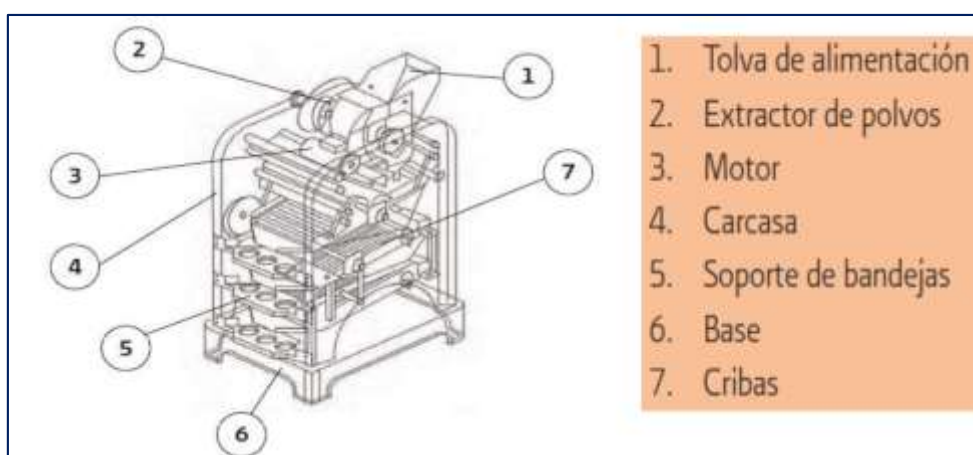


### Anexo 3: Componentes Del Molino de Prueba Suzuki Mt



### Anexo 4: Balanza Electrónica



**Anexo 5: Prelimpia****Anexo 6: Controles durante el secado**

FECHA: .....

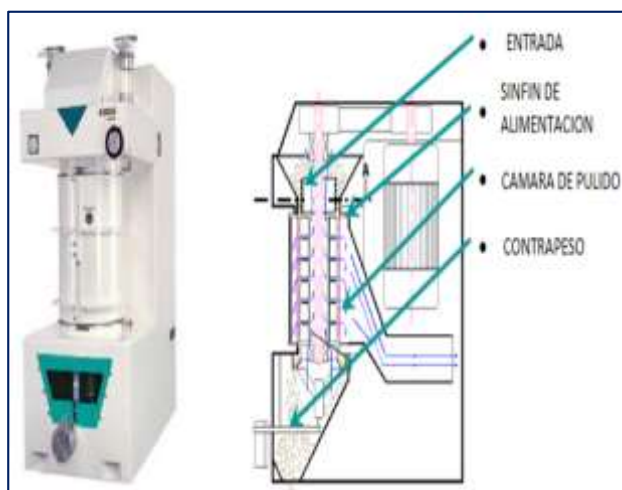
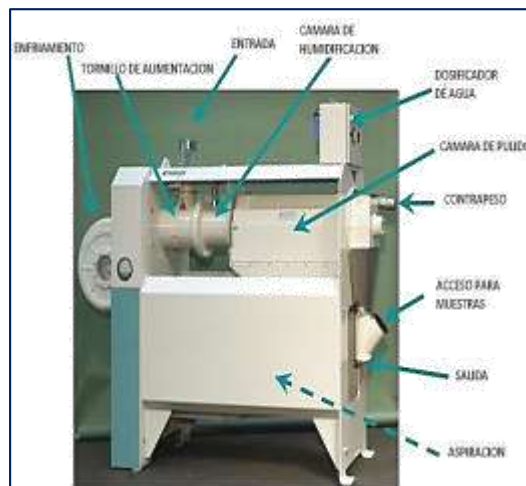
TURNO: .....

PRODUCTO: .....

HORA	SECADORA	%H	TEMPERATURA °C	V°B°

**Anexo 7: Descascaradora Super Brix****Anexo 8: Mesa Paddy**



**Anexo 9: Pulidora Vertical (Piedra)****Anexo 10: Pulidora Horizontal (Agua)****Anexo 11: Polvillo****Anexo 12: Zaranda****Anexo 13: Cilindro de alveolos****Anexo 14: Alveolos**

## Anexo 15: Ficha de análisis arroz húmedo

**Agroindustrias SAN HILARION S.A.C.**

**FICHA DE ANÁLISIS ARROZ HUMEDO N° 001751**

AGRICULTOR \_\_\_\_\_ N° DE LOTE \_\_\_\_\_

N° TELEFONO / CELULAR \_\_\_\_\_

PROCEDENCIA \_\_\_\_\_

PROMOTOR \_\_\_\_\_

RECORREDOR \_\_\_\_\_

VARIEDAD \_\_\_\_\_

TIPO DE SIEMBRA ☐ BOLEO ☐ PLANTE ☐ OTROS ☐

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

1er ANALISIS (CAMPO)	M 01	M 02	M 03	M 04	M 05	PROMEDIO
Fecha						
Hora de Muestra campo						
Humedad Campo						
Hora de Muestra Laboratorio						
Humedad Muestra						
Redondeado						
Quadrado						
Observaciones						

2do ANALISIS (INGRESO)	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06	I-07	I-08	I-09	I-10	I-11	I-12	I-13	I-14	I-15	I-16	I-17	PROMEDIO
Fecha																		
Hora de Ingreso																		
Tipo de Ingreso (Normal o Forzado)																		
Tipo de Transporte																		
Humedad																		
Impurezas																		
Resistencia																		
Amor concho																		
Quadrado Total																		
34.																		
37.																		
38.																		
39.																		
Observaciones																		

Peso total Ingresado \_\_\_\_\_

San Hilarion \_\_\_\_\_ Control de Calidad \_\_\_\_\_

## Anexo 16: Ficha de análisis proceso se secado

**Agroindustrias SAN HILARION S.A.C.**

**FICHA DE ANÁLISIS PROCESO DE SECADO N° 001751**

AGRICULTOR \_\_\_\_\_

N° TELEFONO / CELULAR \_\_\_\_\_

PROCEDENCIA \_\_\_\_\_

PROMOTOR \_\_\_\_\_

RECORREDOR \_\_\_\_\_

VARIEDAD \_\_\_\_\_

TIPO DE SIEMBRA ☐ BOLEO ☐ PLANTE ☐ OTROS ☐

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

3er ANALISIS (SECADO)	S-01	S-02	S-03	S-04	S-05	S-06	S-07	S-08	S-09	S-10	S-11	S-12
Secadora (Kilopar, Vetro, Pape, ...)												
Volumen a secar												
Fecha												
Humedad Inicial												
Humedad Final												
Tiempo para de secado												
Hora Inicial Secado												
Hora Final Secado												
Tiempo de secado												
Tipo de secado (Piso Industrial)												
Silo de repesa												
Desagrupado en Bodega (estabilidad)												
Operador de secadora												

Observaciones \_\_\_\_\_

## Anexo 17: Ficha de análisis proceso de maquila



# FICHA DE ANÁLISIS PROCESO DE MAQUILA

Nº 001751

AGRICULTOR \_\_\_\_\_ N° LT. \_\_\_\_\_  
 N° TELEFONO / CELULAR \_\_\_\_\_  
 PROCEDENCIA \_\_\_\_\_  
 RECORREDOR \_\_\_\_\_  
 VARIEDAD \_\_\_\_\_  
 TIPO DE SIEMBRA ☐ BOLEO ☐ PLANTE ☐ OTROS ☐  
 OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

4to ANALISIS (REPOSO)	M 01	M 02	M 03	M 04	M 05	M 06	M 07	M 08	PROMEDIO
1ra muestra a la descarga									
2da muestra reposo									
3er muestra antes inicio de maquila									

5to ANALISIS (MAQUILA)	M 01	M 02	M 03	M 04	M 05	M 06	M 07	M 08	PROMEDIO
Volumen a pilar									
Fecha									
Secadora / Sado									
Humedad									
Hora Inicial Maquila									
Hora Final Maquila									
Porcentaje de quebrado durante maquila									
% Quebrado Envasado									
Logotipo de envasado									
Operador									
Observaciones									

Resumen	%Quieb.	Rendim.	Hum.	Otros
1.- Promedio de Muestra Ingreso				
2.- Promedio de Muestra Secado				
3.- Promedio Final				
Diferencia (1-3)				

Producción	
Arroz	
Descarte	
3/4	
1/2	
Nelen	
Polvillo	
Otros	